

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07140209 A**

(43) Date of publication of application: **02.06.95**

(51) Int. Cl.

G01R 31/302

G01R 31/02

H01L 21/66

(21) Application number: **06041333**

(22) Date of filing: **11.03.94**

(30) Priority: **20.09.93 JP 05233635**

(71) Applicant: **FUJITSU LTD**

(72) Inventor:
ITO AKIO
OZAKI KAZUYUKI
NAKAZAWA KAZUHIRO

(54) **INSPECTION EQUIPMENT OF CIRCUIT WIRING BOARD AND ITS INSPECTION METHOD**

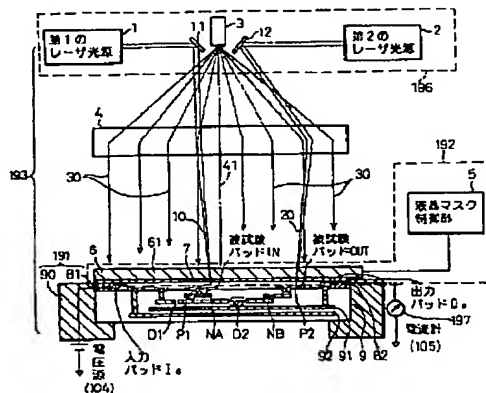
the other end of the second conductive path.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To conduct at high speed a continuity/insulation test between pads to be tested in a non-contact method in a circuit wiring board tester.

CONSTITUTION: A circuit wiring board tester has a photoconductive sheet 7, a light transmitting pattern control means 6, 5 which are installed on the photoconductive sheet 7 and controls the shape of an irradiating light 30 from a photoconductive sheet exciting light source 3 to form a first conductive path and a second conductive path in the photoconductive sheet 7, first laser plasma switch control means 1, 11 which control the continuity of a first to-be-tested pad IN in the circuit wiring board 9 to one end of a first conductive path, second laser plasma switch control means 2, 12 which control the continuity of a second to-be-tested pad OUT in the circuit wiring board 9 to one end of a second conductive path, and resistance measuring means 104, 105 which measure the resistance between the other end of the first conductive path and



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-140209

(43)公開日 平成7年(1995)6月2日

(51)Int.Cl.⁹

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 R 31/302
31/02

H 0 1 L 21/66

C 7630-4M

G 0 1 R 31/ 28

L

審査請求 未請求 請求項の数78 O L (全 44 頁)

(21)出願番号 特願平6-41333

(22)出願日 平成6年(1994)3月11日

(31)優先権主張番号 特願平5-233635

(32)優先日 平5(1993)9月20日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 伊藤 昭夫

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 尾崎 一幸

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 中沢 和広

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

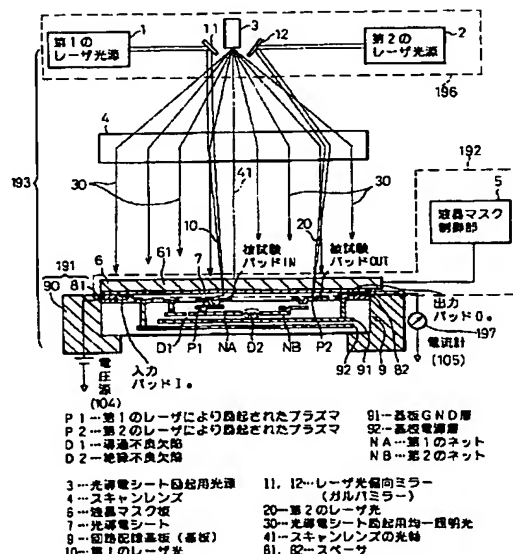
(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54)【発明の名称】 回路配線基板の検査装置およびその検査方法

(57)【要約】

【目的】 回路配線基板検査装置に関し、非接触で任意の被試験パッド間の導通／絶縁の良否試験を高速に行うことを目的とする。

【構成】 光導電シート7と、該光導電シート7上に設けられ、光導電シート励起用光源3からの照射光30の形状を制御して、該光導電シート7に第1の導電性パス71および第2の導電性パス72を形成する光透過パターン制御手段6,5と、回路配線基板9における第1の被試験パッドINと前記第1の導電性パス71の一端の導通を制御する第1のレーザプラズマスイッチ制御手段1,11と、前記回路配線基板9における第2の被試験パッドOUTと前記第2の導電性パス72の一端の導通を制御する第2のレーザプラズマスイッチ制御手段2,21と、前記第1の導電性パス71の他端と前記第2の導電性パス72の他端との間の抵抗値を測定する抵抗測定手段104,105とを具備するように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 配線パターン及び複数のパッドを有するネット群を多数備え回路配線基板を検査する回路配線基板の検査装置であって、該検査装置は、当該回路配線基板を保持する基板保持手段、該基板保持手段に保持されている該回路配線基板と所定の間隔を隔てて配置されており、且つ当該回路配線基板に設けられている、一つの配線部に於ける第1の被試験パッド位置と対応する位置と、第1の電源との間に第1の導電性パスを形成すると共に、当該回路配線基板に設けられている、他の配線部に於ける第2の被試験パッド位置と対応する位置と、第2の電源との間に第2の導電性パスを形成する導電性パス形成手段を有する、該回路配線基板の電気的特性検出手段、及び該第1の被試験パッドと該第1の導電性パスとの間の第1の空間部及び該第2の被試験パッドと該第2の導電性パスとの間の第2の空間部にレーザを照射して、該第1と第2の空間部に導電性を付与するレーザプラズマスイッチ制御手段、とから構成されたものであり、更に、該電気的特性検出手段は、該第1と第2の導電性パスの何れか一方に接続された電気的特性値サンプリング手段を有するものである事を特徴とする回路配線基板の検査装置。

【請求項2】 該導電性パス形成手段は、該レーザが透過しえる部材で構成されている事を特徴とする請求項1記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項3】 該導電性パス形成手段は、光導電性部材で構成されている事を特徴とする請求項2記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項4】 該導電性パス形成手段は、該光導電性部材と該光導電性部材を保持する光導電性部材保持手段とで構成されている事を特徴とする請求項3記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項5】 該光導電性部材保持手段は、光透過制御機能を有するものである事を特徴とする請求項4記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項6】 該光導電性部材保持手段は、液晶マスク板で構成されている事を特徴とする請求項5記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項7】 該光導電性部材保持手段には、該液晶マスク板に於ける光透過パターンを制御する光透過パターン制御手段が設けられている事を特徴とする請求項6記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項8】 該電気的特性検出手段の該レーザプラズマスイッチ制御手段には、レーザビーム出力手段及び当該レーザビーム偏向手段が含まれている事を特徴とする請求項1乃至7の何れかに記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項9】 該電気的特性検出手段には、該光導電性部材を励起させる光導電性部材励起手段が更に設けられ

ている事を特徴とする請求項3記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項10】 該電気的特性検出手段は、該レーザプラズマスイッチ制御手段が駆動され、該第1と第2の空間部が導通状態になった後、所定の時間経過後に、該電気的特性値サンプリング手段を駆動させて、該導電性パスに於ける電気的特性値を検出する様に構成されている事を特徴とする請求項1乃至9の何れかに記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項11】 該電気的特性検出手段が検出する該電気的特性は、抵抗、電圧、電流、絶縁抵抗を含んでいる事を特徴とする請求項1乃至10の何れかに記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項12】 配線パターンおよび複数のパッドを有するネット（NA，NB）を多数備えた回路配線基板（9）を検査する回路配線基板の検査装置であって、前記回路配線基板（9）上に所定の間隔を持って設けられた光導電シート（7）と、該光導電シート（7）上に設けられ、光導電シート励起光源（3）からの照射光（30）の形状を制御して、該光導電シート（7）に第1の導電性パス（71）および第2の導電性パス（72）を形成する光透過パターン制御手段（6,5,107）と、前記回路配線基板（9）における第1の被試験パッド（IN）と前記第1の導電性パス（71）の一端の導通を制御する第1のレーザプラズマスイッチ制御手段（1,11;1,11,11',101）と、前記回路配線基板（9）における第2の被試験パッド（OUT）と前記第2の導電性パス（72）の一端の導通を制御する第2のレーザプラズマスイッチ制御手段（2,21;2,21,21',102）と、前記第1の導電性パス（71）の他端と前記第2の導電性パス（72）の他端との間の抵抗値を測定する抵抗測定手段（104,105）とを具備することを特徴とする回路配線基板の検査装置。

【請求項13】 前記光透過パターン制御手段は、各画素毎の透過／被透過の制御可能な液晶マスク板（6）を備えたことを特徴とする請求項12の回路配線基板の検査装置。

【請求項14】 前記液晶マスク板（6）は、該液晶マスク板の透過光を光学系で前記光導電シート（7）上に縮小または拡大投影するようになっていることを特徴とする請求項13の回路配線基板の検査装置。

【請求項15】 前記光導電シート励起光源（3）を、前記スキャンレンズ（4）の光軸（41）に対してほぼ対称な位置に設置された前記第1および第2のレーザ光偏向用ミラー（11,12）の間に配置したことを特徴とする請求項12の回路配線基板の検査装置。

【請求項16】 前記回路配線基板の検査装置は、前記光導電シート（7）に設けられた第1の電極パッド（I

10

20

30

40

50

o)および第2の電極パッド(O₀)の間の抵抗を測定する抵抗測定手段を備えていることを特徴とする請求項12の回路配線基板の検査装置。

【請求項17】 前記回路配線基板の検査装置は、前記光導電シート(7)に設けられた第1の電極パッド(I₀)および第2の電極パッド(O₀)の間の抵抗を測定する抵抗測定手段を備え、該抵抗測定手段は、該第1の電極パッド(I₀)に交流信号を印加する交流信号印加手段および該第2の電極パッド(O₀)から接地電位に対し流出される出力電流波形の振幅の最大値を検出する最大振幅検出手段を有し、前記第1および第2の電極パッド間の抵抗を入力波形の電圧振幅と出力電流波形の最大振幅の比から算出するようにしたことを特徴とする請求項12の回路配線基板の検査装置。

【請求項18】 前記2つの被試験パッド間の導通/絶縁の良否判定は、測定された第1および第2の電極パッド間の抵抗値から前記第1の導電性パス(71)の抵抗(R_{in})とレーザプラズマスイッチのオン抵抗(R_{LPS})および前記第2の導電性パス(72)の抵抗(R_{out})を差し引いた値として算出される被試験パッド間の抵抗値(R_{in-out})に基づいて行い、該第1および第2の導電性パスの抵抗(R_{in}, R_{out})は予め実験的に求めた単位長さあたりの光導電抵抗値と該第1および第2の導電性パス(71,72)の経路長を掛けて求め、前記レーザプラズマスイッチのオン抵抗(R_{LPS})は予め実験的に求めたオン抵抗を2倍することで与えるようにしたことを特徴とする請求項12記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項19】 前記光導電シート(7)は、該光導電シートの全面に一定のピッチで形成された複数の独立透明導電膜パターン(70,70')を備えていることを特徴とする請求項12の回路配線基板の検査装置。

【請求項20】 前記独立透明導電膜パターン(70)を、矩形または円形状としたことを特徴とする請求項19の回路配線基板の検査装置。

【請求項21】 前記独立透明導電膜パターン(70')を、当該独立透明導電膜パターン(70')の周囲の複数の方向において、隣接する独立透明導電膜パターン(70')との間で微細間隙をおいて櫛形に入り組んだ構造としたことを特徴とする請求項19の回路配線基板の検査装置。

【請求項22】 前記各独立透明導電膜パターン(70,70')の大きさを、一辺の長さが10~数10μmとなるようにしたことを特徴とする請求項20または21の回路配線基板の検査装置。

【請求項23】 前記隣接する各独立透明導電膜パターン(70,70')間の間隙を、該独立透明導電膜パターン(70,70')の一辺の長さに対して1/10以下となるようにしたことを特徴とする請求項20または21の回路配線基板の検査装置。

【請求項24】 金属配線パターンおよび複数のパッドを有するネット(NA, NB)を多数備えた回路配線基板(9)を検査する回路配線基板の検査装置であって、前記回路配線基板(9)上に所定の間隙を持って設けられた光導電シート(7)と、該光導電シート(7)上に形成された櫛型構造を有し、互いに組み合うように設けられた第1および第2の透明電極(51,52)と、

前記第1の透明電極(51)と前記回路配線基板(9)における第1の被試験パッド(i)までの第1の導電性パス(701)を形成するために所定形状の光ビーム(301)を照射制御する第1の光ビーム照射制御手段(31,311,312,313;210)と、

前記第2の透明電極(52)と前記回路配線基板(9)における第2の被試験パッド(j)までの第2の導電性パス(702)を形成するために所定形状の光ビーム(302)を照射制御する第2の光ビーム照射制御手段(32,321,322,323;211)と、

前記第1の被試験パッド(i)と前記第1の導電性パス(701)の一端の導通を制御する第1のレーザプラズマスイッチ制御手段(1,11;201,207)と、

前記回路配線基板(9)における第2の被試験パッド(j)と前記第2の導電性パス(702)の一端の導通を制御する第2のレーザプラズマスイッチ制御手段(2,21;202,207)と、

前記第1の透明電極(51)を介した第1の導電性パス(701)の他端と前記第2の透明電極(52)を介した前記第2の導電性パス(702)の他端との間の抵抗値を測定する抵抗測定手段(204,205)とを具備することを特徴とする回路配線基板の検査装置。

【請求項25】 前記各第1および第2の透明電極(51,52)における透明導電膜パターンの幅を前記被試験パッド(i, j)のサイズと同程度とし、該透明導電膜パターンのピッチを該透明導電膜パターン幅の数倍から10倍程度としたことを特徴とする請求項24の回路配線基板の検査装置。

【請求項26】 前記第1および第2の導電性パス(701,702)を形成するための光ビーム(301,302)のパターンを、前記第1および第2の透明電極(51,52)のピッチ方向と同方向の長さが該透明電極(51,52)のピッチとほぼ等しくなるようにしたことを特徴とする請求項24の回路配線基板の検査装置。

【請求項27】 前記第1および第2の導電性パス(701,702)を形成するための光ビーム(301,302)の位置決めを、給電側については、前記第1の被試験パッド(i)および当該第1の被試験パッドに最も近い前記第1の透明電極(51)に跨がるようにし、且つ、検出側については、前記第2の被試験パッド(j)および当該第2の被試験パッドに最も近い前記第2の透明電極(52)に跨がるようにしたことを特徴とする請求項24の回路配線基

板の検査装置。

【請求項28】 前記第1の透明電極(51)は第1の電極パッド(I_0)を備え、前記第2の透明電極(52)は第2の電極パッド(O_0)を備え、前記回路配線基板の検査装置は該第1および第2の電極パッド(I_0, O_0)間の抵抗を測定する抵抗測定手段を備えていることを特徴とする請求項24の回路配線基板の検査装置。

【請求項29】 前記抵抗測定手段は、該第1の電極パッド(I_0)に交流信号を印加する交流信号印加手段および該第2の電極パッド(O_0)から接地電位に対し流出される出力電流波形の振幅の最大値を検出する最大振幅検出手段を有し、前記第1および第2の電極パッド間の抵抗を入力波形の電圧振幅と出力電流波形の最大振幅の比から算出するようにしたことを特徴とする請求項28の回路配線基板の検査装置。

【請求項30】 前記2つの被試験パッド間の導通/絶縁の良否判定は、測定された第1および第2の電極パッド間の抵抗値(R_{mes})から、前記第1の透明電極(51)および前記第1の導電性バス(701)により形成される第1の経路の抵抗(R_{in})、レーザプラズマスイッチのオン抵抗(R_{LPS})、および、前記第2の透明電極(52)および前記第2の導電性バス(702)により形成される第2の経路の抵抗(R_{out})を差し引いた値として算出される試験パッド間の抵抗値(R_{ij})に基づいて行い、該第1および第2の経路の抵抗(R_{in}, R_{out})は予め実験的に求めた単位長さあたりの光導電抵抗値と該第1および第2の導電性バス(701,702)の経路長を掛けて求め、前記レーザプラズマスイッチのオン抵抗(R_{LPS})は予め実験的に求めたオン抵抗を2倍することで与えるようにしたことを特徴とする請求項24の回路配線基板の検査装置。

【請求項31】 前記回路配線基板の検査装置は、さらに、前記第1および第2の被試験パッド(i, j)が共に前記第1の透明電極(51)または前記第2の透明電極(52)の直下に位置する場合を測定試験動作を開始する前に抽出する手段と、該第1および第2の被試験パッドが共に前記第1の透明電極(51)または前記第2の透明電極(52)の直下に位置する当該被試験パッドの組み合わせ番号(i, j)およびその位置座標等を第2の被試験パッドデータファイル(213)に登録記憶する手段と、前記第1および第2の被試験パッドが共に前記第1の透明電極(51)または前記第2の透明電極(52)の直下に位置する場合以外の被試験パッドの組み合わせ番号(i, j)およびその位置座標等を第1の被試験パッドデータファイル(212)に登録記憶する手段と、前記第1の被試験パッドデータファイル(212)から読み出したパッド位置座標データ等に基づいて、該第1の被試験パッドデータファイルに登録された全ての被試験パッドの組み合わせについて試験を行う手段と、

前記回路配線基板(9)を前記透明電極(51,52)のピッチ方向にピッチ(P)の $1/2$ だけ移動させる手段と、前記第2の被試験パッドデータファイル(213)から読み出したパッド位置座標データを被試験基板移動量($P/2$)だけ加算・更新する手段と、前記第2の被試験パッドデータファイル(213)から読み出したパッド位置座標データ等に基づいて、該第2の被試験パッドデータファイルに登録された全ての被試験パッドの組み合わせについて試験を行う手段とを具備することを特徴とする請求項24の回路配線基板の検査装置。

【請求項32】 前記第1および第2のレーザプラズマスイッチ制御手段は、それぞれ専用のパルスレーザ光源(1, 2)を備えていることを特徴とする請求項12、24または31記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項33】 前記第1および第2のレーザプラズマスイッチ制御手段は、1つのパルスレーザ光源を共通に備え、該共通のパルスレーザ光源からのレーザ光をビームスプリッタで2つに分割して使用するようにしていることを特徴とする請求項12、24または31記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項34】 前記パルスレーザ光源(1, 2)は、波長 $1\mu m \sim 2\mu m$ のパルスレーザ光を出力するようになっていることを特徴とする請求項32または34の回路配線基板の検査装置。

【請求項35】 前記パルスレーザ光源(1, 2)は、連続パルス動作を行うモードロックレーザ、および、該モードロックレーザの出射光を断続するシャッタ手段を備えていることを特徴とする請求項34の回路配線基板の検査装置。

【請求項36】 前記パルスレーザ光源(1, 2)は、Qスイッチレーザを備えていることを特徴とする請求項34の回路配線基板の検査装置。

【請求項37】 前記回路配線基板の検査装置は、さらに、第1および第2のレーザ光(10, 20)を収束するスキャンレンズ(4)、および、該レーザ光(10, 20)を独立に偏向する第1および第2のレーザ光偏向用ミラー(11,21)を備え、該第1および第2のレーザ光偏向用ミラー(11,21)は該スキャンレンズ(4)の焦点付近の光軸(41)に垂直な平面上で該光軸(41)に対してほぼ対称な位置に設置されるようになっていることを特徴とする請求項12、24または31記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項38】 前記抵抗測定手段は、該第1の電極パッド(I_0)に一定電圧を印加する電圧印加手段(104,204)および該第2の電極パッド(O_0)から接地電位に対し流出される出力電流を検出する電流検出手段(105,205)を有し、前記第1および第2の電極パッド間の抵抗を入力電圧と出力電流の比から算出するようにしたことを特徴とする請求項16または28の回路配線基板の検査装置。

査装置。

【請求項39】 前記第1および第2のレーザプラズマスイッチ制御手段は、2つのパルスレーザ光を同時に発生し、その一定時間経過後の前記第2の電極パッド（O₀）から出力される電流信号を検出して、導通／絶縁の良否を判定するようにしたことを特徴とする請求項38の回路配線基板の検査装置。

【請求項40】 前記第1の電極パッド（I₀）から前記第1の被試験パッド（IN；A）までの電気的経路の形成動作、前記第1のレーザプラズマスイッチ制御手段

（1）の前記第1の被試験パッド（IN；A）上への位置決め、前記第2の被試験パッド（OUT；B）から前記第2の電極パッド（O₀）までの電気的経路の形成動作、前記第2のレーザプラズマスイッチ制御手段（2）の前記第2の被試験パッド（OUT；B）上への位置決め、前記第1および第2のレーザ光照射、および、その一定時間経過後の該第2の電極パッド（O₀）からの出力電流の検出からなる一連の動作は、該第2の被試験パッド（OUT；B）から該第2の電極パッド（O₀）までの電気的経路の形成動作、該第2のレーザプラズマスイッチ制御手段（2）の該第2の被試験パッド（OUT；B）上への位置決め、該第1および第2のレーザ光照射、および、その一定時間経過後の該第2の電極パッド（O₀）からの出力電流の検出の動作のみ、該第2の被試験パッド（B、C）を次々更新しながら全てに対して繰り返し、しかる後、前記第1の被試験パッド（IN；A）を更新し、全ての被試験パッドの組み合わせに対し、導通／絶縁の良否を判定するようにしたことを特徴とする請求項38の回路配線基板の検査装置。

【請求項41】 前記光導電シートまたはガラス板（7、70）と前記回路配線基板（9）との間の空間をオリングシール等により気密構造とする手段と、該気密空間にアルゴン、キセノン等の希ガス或いは空気を加圧または減圧封入するようにしたことを特徴とする請求項1、12、24、31または40記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項42】 配線パターン及び複数のパッドを有するネット群を多数備え回路配線基板を検査する回路配線基板の検査装置であって、該検査装置は、当該回路配線基板を保持する基板保持手段、該基板保持手段に保持されている該回路配線基板と所定の間隔を隔てて配置されており、且つ当該回路配線基板に設けられている配線部に於ける全ての被試験パッド位置が含まれる領域と対向する位置に設けられた導電領域部からなり、当該導電領域部は、複数の互いに電気的に分離された導電領域で構成され、該導電領域部の少なくとも一部の導電領域が、第1の電源と接続され、他の導電領域の一部が、該第1の電源より低電位の電源電圧を有する第2の電源と接続される様に構成された、所定被試験パッド位置と該電源との間に導電性バスを形成する

導電性バス形成手段を有する、該回路配線基板の電気的特性検出手段、

及び選択された少なくとも2個の被試験パッドと該導電領域との間の空間部にレーザを照射して、該空間部に導電性を付与するレーザプラズマスイッチ制御手段、

とから構成されたものであり、更に、該電気的特性検出手段は、該導電性バスに接続された電気的特性値サンプリング手段を有するものである事を特徴とする回路配線基板の検査装置。

10 【請求項43】 配線パターン及び複数のパッドを有するネット群を多数備え回路配線基板を検査する回路配線基板の検査装置であって、該検査装置は、

当該回路配線基板を保持する基板保持手段、

該基板保持手段に保持されている該回路配線基板と所定の間隔を隔てて配置されており、且つ当該回路配線基板に設けられている、一つの配線部に於ける第1の被試験パッド位置と対応する位置と、第1の電源との間の導電性を確保する第1の導電領域と、当該回路配線基板に設けられている、他の配線部に於ける第2の被試験パッド位置と対応する位置と、第2の電源との間の導電性を確保する該第1の導電領域から分離されている第2の導電領域とが設けられている導電性バス形成手段を有する、該回路配線基板の電気的特性検出手段、

及び該第1の被試験パッドと該第1の導電領域との間の第1の空間部及び該第2の被試験パッドと該第2の導電領域との間の第2の空間部にレーザを照射して、該第1と第2の空間部に導電性を付与するレーザプラズマスイッチ制御手段、

とから構成されたものであり、更に、該電気的特性検出手段は、該第1と第2の導電領域の少なくとも一方に接続された電気的特性値サンプリング手段を有するものである事を特徴とする回路配線基板の検査装置。

【請求項44】 当該導電領域は、何れも該レーザビームが透過しうる部材で構成されている事を特徴とする請求項42又は43記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項45】 該電気的特性検出手段の該レーザプラズマスイッチ制御手段には、レーザビーム出力手段及び当該レーザビーム偏向手段が含まれている事を特徴とする請求項42乃至44の何れかに記載の回路配線基板の検査装置。

40 【請求項46】 該電気的特性検出手段は、該レーザプラズマスイッチ制御手段が駆動され、該空間部が導通状態になった後、所定の時間経過後に、該電気的特性値サンプリング手段を駆動させて、該導電領域を含む導電性バスに於ける電気的特性値を検出する様に構成されている事を特徴とする請求項42乃至45の何れかに記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項47】 該電気的特性検出手段が検出する該電気的特性は、抵抗、電圧、電流、絶縁抵抗を含んでいる事を特徴とする請求項42乃至46の何れかに記載の回

路配線基板の検査装置。

【請求項4 8】 該複数個の導電領域は、所定の間隔を有するスリットよりなる分離部により互いに分離されている事を特徴とする請求項4 2又は4 3記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項4 9】 該複数個の導電領域は、何れも光エネルギーを受けて導電性となる光導電性部材で構成されている事を特徴とする請求項4 2又は4 3記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項5 0】 該光導電性部材は、透明な光導電性部材保持手段を接合されている事を特徴とする請求項4 9記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項5 1】 該複数個の導電領域は、光遮蔽材から構成された分離部により互いに電氣的に分離されている事を特徴とする請求項4 9記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項5 2】 該導電領域部は、該導電領域部に設けられた該分離部と直交する方向に、当該回路配線基板の表面に沿って当該回路配線基板と相対的に移動しう様に構成されている事を特徴とする請求項4 8又は5 1記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項5 3】 当該導電領域部及び該回路配線基板の少なくとも一方は、他方の平面と並行に配列された状態を維持しながら90度回転しう様に構成されている事を特徴とする請求項4 2又は4 3記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項5 4】 該導電領域部と該回路配線基板との間に形成された空間部を気密構造とする手段と該気密化された空間部に希ガス或いは空気を加圧若しくは減圧して封入した事を特徴とする請求項4 2又は4 3記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項5 5】 当該分離部の最小移動単位距離は、該回路配線基板に形成されているパッドの最小配置ピッチをPとすると、 P/n ($n=1$ 又は1以上の整数)である事を特徴とする請求項5 2記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項5 6】 当該分離部を一方方向に移動させながら、当該回路配線基板上に配置されている配線群の各端部に設けられたパッドの内から、当該分離部を挟んで配置されている2個の被試験パッドの組の全てを検出して、その全ての組の被試験パッド間の電氣的特性を検出する様に構成されている事を特徴とする請求項5 2記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項5 7】 当該分離部を一方方向に移動させながら被試験パッドの組として検出出来なかった被試験パッドの組のアドレスを適宜の記憶手段に記憶させる様に構成されている事を特徴とする請求項5 6記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項5 8】 被試験パッドの組として検出出来なかった被試験パッドの組が、少なくとも一組存在する場合

には、当該分離を一方方向に移動させた後、該導電領域を90度回転させた後、該導電領域を該分離部と直角の方向に再び移動させる様に構成し、当該分離部を該方向に移動させながら、当該被試験パッドの組として検出出来なかった被試験パッドの組から、当該分離部を挟んで配置されている2個の被試験パッドの組の組を検出して、その組の被試験パッド間の電氣的特性を検出する様に構成されている事を特徴とする請求項5 7記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項5 9】 配線パターン及び複数のパッドを有するネット群を多数備え回路配線基板を検査する回路配線基板の検査装置であって、該検査装置は、当該回路配線基板を保持する基板保持手段、該基板保持手段に保持されている該回路配線基板と所定の間隔を隔てて当該回路配線基板の両面に配置されており、且つ当該回路配線基板の一面に設けられている、一つの配線部に於ける第1の被試験パッド位置と対応する位置と、第1の電源との間に第1の導電性パスを形成する第1の導電性パス形成手段と、当該回路配線基板の他面に設けられている、前記第1の被試験パッドが含まれる配線部と同一若しくは異なる配線部に於ける第2の被試験パッド位置と対応する位置と、該第1の電源より電位が低い第2の電源との間に第2の導電性パスを形成する第2の導電性パス形成手段を有する、該回路配線基板の電氣的特性検出手段、

及び該第1の被試験パッドと該第1の導電性パスとの間の第1の空間部及び該第2の被試験パッドと該第2の導電性パスとの間の第2の空間部にレーザを照射して、該第1と第2の空間部に導電性を付与するレーザプラズマスイッチ制御手段、

とから構成されたものであり、更に、該電氣的特性検出手段は、該第1と第2の導電性パスの何れか一方に接続された電氣的特性値サンプリング手段を有するものである事を特徴とする回路配線基板の検査装置。

【請求項6 0】 当該第1及び第2の導電性パスを形成する導電性パス形成手段は、導電性部材で構成された導電領域を有するものであり、更に当該導電領域は、何れも該レーザビームが透過しうる部材で構成されている事を特徴とする請求項5 9記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項6 1】 該電氣的特性検出手段の該レーザプラズマスイッチ制御手段は、当該回路配線基板の両面に配置されている事を特徴とする請求項5 9記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項6 2】 該電氣的特性検出手段の該レーザプラズマスイッチ制御手段には、レーザビーム出力手段及び当該レーザビーム偏向手段が含まれている事を特徴とする請求項6 1記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項6 3】 該電氣的特性検出手段は、該レーザプラズマスイッチ制御手段が駆動され、該空間部が導通状

態になった後、所定の時間経過後に、該電気的特性値サンプリング手段を駆動させて、該導電領域を含む導電性パスに於ける電気的特性値を検出する様に構成されている事を特徴とする請求項59記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項64】 該電気的特性検出手段が検出する該電気的特性は、抵抗、電圧、電流、絶縁抵抗を含んでいる事を特徴とする請求項59記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項65】 該導電領域は、何れも光エネルギーを受けて導電性となる光導電性部材で構成されている事を特徴とする請求項59記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項66】 該光導電性部材は、透明な光導電性部材保持手段を接合されている事を特徴とする請求項65記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項67】 該光導電性部材保持手段は、光透過制御機能を有するものである事を特徴とする請求項66記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項68】 該光導電性部材保持手段は、液晶マスク板で構成されている事を特徴とする請求項67記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項69】 該光導電性部材保持手段には、該液晶マスク板に於ける光透過パターンを制御する光透過パターン制御手段が設けられている事を特徴とする請求項68記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項70】 該電気的特性検出手段には、該光導電性部材を励起させる光導電性部材励起手段が更に設けられている事を特徴とする請求項65記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項71】 該導電領域部と該回路配線基板との間に形成された空間部を気密構造とする手段と該気密化された空間部に希ガス或いは空気を加圧若しくは減圧して封入した事を特徴とする請求項59記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項72】 該独立透明導電膜パターンを該回路配線基板の表面と平行に移動可能に構成した事を特徴とする請求の範囲第21項記載の回路配線基板の検査装置。

【請求項73】 配線パターン及び複数のパッドを有するネット群を多数備えた検査すべき回路配線基板を保持する基板保持手段を有する検査装置に於いて、該基板保持手段に保持されている該回路配線基板と所定の間隔を隔てて配置させる工程、当該回路配線基板に設けられている、一つの配線部に於ける第1の被試験パッド位置と対応する位置と、第1の電源との間に第1の導電性パスを形成する工程、当該回路配線基板に設けられている、他の配線部に於ける第2の被試験パッド位置と対応する位置と、第2の電源との間に第2の導電性パスを形成する導電性パス形成する工程、該第1の被試験パッドと該第1の導電性パスとの間の第1の空間部及び該第2の被試験パッドと該第2の導電性パスとの間の第2の空間部

にレーザを照射して、該第1と第2の空間部に導電性を付与する工程、及び該第1と第2の導電性パスの何れか一方に接続されたサンプリング手段により該回路配線基板の電気的特性を検査する工程とから構成されている事を特徴とする回路配線基板の検査方法。

【請求項74】 配線パターンおよび複数のパッドを有するネット（NA，NB）を多数備えた回路配線基板（9）を検査する回路配線基板の検査装置であって、前記回路配線基板（9）上に光導電シート（7）を所定の

の間隔を持って配置させる工程と、該光導電シート（7）上に設けられ、光透過パターン制御手段（6,5,107）を用いて、光導電シート励起用光源（3）からの照射光（30）の形状を制御しながら該光導電シート（7）に第1の導電性パス（71）および第2の導電性パス（72）を形成する工程と、

前記回路配線基板（9）における第1の被試験パッド（IN）と前記第1の導電性パス（71）の一端の導通性を第1のレーザプラズマスイッチ制御手段（1,11;1,11',101）を用いて制御する工程と、

前記回路配線基板（9）における第2の被試験パッド（OUT）と前記第2の導電性パス（72）の一端の導通性を第2のレーザプラズマスイッチ制御手段（2,21;2,21',102）を用いて制御する工程と、

抵抗測定手段（104,105）を用いて前記第1の導電性パス（71）の他端と前記第2の導電性パス（72）の他端との間の抵抗値を測定する工程と、を具備することを特徴とする回路配線基板の検査方法。

【請求項75】 金属配線パターンおよび複数のパッドを有するネット（NA，NB）を多数備えた回路配線基板（9）を検査する回路配線基板の検査装置に於いて、前記回路配線基板（9）上に光導電シート（7）を所定の

の間隔を持って配置させる工程と、該光導電シート（7）上に、櫛型構造を有する第1および第2の透明電極（51,52）を互いに組み合わせるように設ける工程と、

前記第1の透明電極（51）と前記回路配線基板（9）における第1の被試験パッド（i）までの第1の導電性パス（701）を形成するために第1の光ビーム照射制御手段（31,311,312,313;210）を用いて所定形状の光ビーム（301）を照射制御する工程と、

前記第2の透明電極（52）と前記回路配線基板（9）における第2の被試験パッド（j）までの第2の導電性パス（702）を形成するために第2の光ビーム照射制御手段（32,321,322,323;211）を用いて所定形状の光ビーム（302）を照射制御する工程と、

第1のレーザプラズマスイッチ制御手段（1,11;201,207）を用いて前記第1の被試験パッド（i）と前記第1の導電性パス（701）の一端の導通性を制御する工程と、

第2のレーザプラズマスイッチ制御手段（2,21;202,207）を用いて前記回路配線基板（9）における第2の被試

験パッド(j)と前記第2の導電性パス(702)の一端の導通性を制御工程と、

前記第1の透明電極(51)を介した第1の導電性パス

(701)の他端と前記第2の透明電極(52)を介した前記第2の導電性パス(702)の他端との間の抵抗値を抵抗測定手段(204,205)を用いて測定する工程と、から構成されていることを特徴とする回路配線基板の検査方法。

【請求項76】 配線パターン及び複数のパッドを有するネット群を多数備えた、検査すべき回路配線基板を保持する基板保持手段を有する回路配線基板の検査装置に於いて、当該回路配線基板に設けられている配線部に於ける全ての被試験パッド位置が含まれる領域と対向する位置に、該回路配線基板と所定の間隔を隔てて導電領域部を配置する工程、当該導電領域部をは、複数の互いに電氣的に分離された導電領域に分割する工程、該導電領域部の少なくとも一部の導電領域を、第1の電源と接続する工程、他の導電領域の一部を、該第1の電源より低電位の電源電圧を有する第2の電源と接続する工程、所定被試験パッド位置と該電源との間に導電性パスを形成する導電性パス形成する工程、レーザプラズマスイッチ制御手段を用いて、選択された少なくとも2個の被試験パッドと該導電領域との間の空間部にレーザを照射する事により該空間部に導電性を付与する工程、電氣的特性検出手段により、該導電性パスの電氣的特性を検出する工程、とから構成されている事を特徴とする回路配線基板の検査方法。

【請求項77】 配線パターン及び複数のパッドを有するネット群を多数備えた、検査すべき回路配線基板を保持する基板保持手段を有する回路配線基板の検査装置に於いて、該基板保持手段に保持されている該回路配線基板と所定の間隔を隔てて、当該回路配線基板に設けられている一つの配線部に於ける第1の被試験パッド位置と対応する位置と第1の電源との間の導電性を確保する、第1の導電領域を配置する工程と、該基板保持手段に保持されている該回路配線基板と所定の間隔を隔てて、当該回路配線基板に設けられている他の配線部に於ける第2の被試験パッド位置と対応する位置と第2の電源との間の導電性を確保する、該第1の導電領域から分離された第2の導電領域を配置する工程と、レーザプラズマスイッチ制御手段を用いて、該第1の被試験パッドと該第1の導電領域との間の第1の空間部及び該第2の被試験パッドと該第2の導電領域との間の第2の空間部にレーザを照射して、該第1と第2の空間部に導電性を付与する工程と、該第1と第2の導電領域の少なくとも一方に接続された電氣的特性値サンプリング手段を用いて、該回路配線基板の電氣的特性値を検査する工程とから構成されている事を特徴とする回路配線基板の検査方法。

【請求項78】 配線パターン及び複数のパッドを有するネット群を多数備えた検査すべき回路配線基板を保持する基板保持手段を有する回路配線基板の検査装置に於

いて、当該回路配線基板の当該一面に設けられている一つの配線部に於ける第1の被試験パッド位置と対応する位置と、第1の電源との間に第1の導電性パスを形成する工程と、当該回路配線基板の他面に設けられている、前記第1の被試験パッドが含まれる配線部と同一若しくは異なる配線部に於ける第2の被試験パッド位置と対応する位置と、該第1の電源より電位が低い第2の電源との間に第2の導電性パスを形成する工程と、レーザプラズマスイッチ制御手段を用いて、該第1の被試験パッドと該第1の導電性パスとの間の第1の空間部及び該第2の被試験パッドと該第2の導電性パスとの間の第2の空間部にレーザを照射して、該第1と第2の空間部に導電性を付与する工程、と該第1と第2の導電性パスの何れか一方に接続された電氣的特性値サンプリング手段により、当該回路配線基板の電氣的特性値を測定する工程と、から構成されている事を特徴とする回路配線基板の検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は回路配線基板の検査装置に関し、特に、非接触で任意の被試験パッド間の導通／絶縁の良否試験を行う回路配線基板検査装置に関する。近年、回路配線基板の検査は、ネット数の増大および同一ネット内におけるパッド数の増大に伴って、被試験パッド間の導通／絶縁の良否試験に要する時間が長時間化する傾向にある。また、接触式の回路配線基板の検査装置では、検査対象となる回路配線基板に対応したコンタクトプローブを準備したり、或いは、各被試験パッド間の試験毎にコンタクトプローブの接触を制御する必要がある。さらに、最近では、パッドサイズの微細化により、多数を整列配置したコンタクトプローブヘッドの製作が困難となり、さらに、多数プローブを同時に確実にパッドに接触することが不可能となって来ている。そこで、非接触で任意の被試験パッド間の導通／絶縁の良否試験を高速に行うことのできる回路配線基板の検査装置の提供が要望されている。特に、マルチチップモジュール(MCM)基板等の高密度回路配線基板の導通／絶縁の良否試験を非接触で行うことのできる回路配線基板の検査装置の提供が要望されている。

【0002】

【従来の技術】従来、回路配線基板を検査する技術としては、例えば、特開平3-295476号公報、特開平3-118484、および、特開平4-236367号公報等に記載された技術が知られている。まず、特開平3-295476号公報には、金属のコンタクトプローブを多数埋め込んだ検査ヘッドを基板上の多数のパッド部に同時に接触させ、任意の2つのプローブ間に信号を加えたときの電圧又は電流を測定することで任意のパッド間の抵抗を測定し、これにより、同一ネット内のパッド間の導通試験および任意のネット間の絶縁試験を行う

接触式方法（第1の従来技術）が示されている。

【0003】又、基板の配線やパッド寸法の縮小あるいはパッド数の増加等の理由から一括触針方法が困難になり、2ないし4つの独立に移動可能な金属プローブを制御して2点間の抵抗を測定していくフライングプローブ方式（或いは2点又は4点プローブ方式）がある。また、特開平3-118484号公報には、電子ビームを用いた非接触式の基板検査技術（第2の従来技術）が開示されている。この第2の技術は、任意のパッドと該パッドに連結された基板内配線を電子ビームの照射により充電した後、その充電電圧の影響が他のパッドあるいは他のネットに現れるかどうかを調べることにより、基板検査を行うようにしたものである。すなわち、同一ネット上のパッドは全て同電圧になれば、導通が良と判定され、また、他のネット上のパッドの電圧は、充電前と変わらなければ絶縁が良と判定されることになる。

【0004】さらに、特開平4-236367号公報には、レーザ光および透明導電膜付の光導電シートを利用し、レーザ光を照射することで光導電材料の被試験パッドに接触している部分における透明導電膜と被試験パッド間の部分的な導通をとり、パッドに電荷を充電した後に、他方の被試験パッドの電荷量を同様にレーザ光照射により透明導電膜を介し測定することによって、2つのパッド間の導通と絶縁の良否を判定する技術（第3の従来技術）が開示されている。なお、導通と絶縁の良否の判定は、上述した第2の従来技術における判定と同様である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した各従来技術には、以下に説明するような問題点がある。すなわち、第1の従来技術では、まず、回路配線基板の高密度化（例えば、配線ピッチは10 μ m程度、パッドサイズは数10 μ m程度、個数は数千～数万）により、多数を整列配置したコンタクトプローブヘッドの製作が困難になり、さらに多数プローブを同時に確実にパッドに接触することは不可能になって来ている。また、最近では、プローブを確実にパッドに接触させるために、1本だけのコンタクトプローブを4個独立に制御して電圧印加および電圧測定を行う方式が採用されるようになりつつあるが、この場合には、測定時間が膨大なものになる。例えば、検査対象のパッド数を2000個とした場合、コンタクトプローブによる1組のパッドの抵抗測定に最低0.5sec.を要するため、絶縁試験の場合2000 \times 2000通りの全試験を行うためには、約500時間の長時間を要することになる。

【0006】次に、前述した第2の従来技術の電子ビームを利用した検査技術の場合、上記の問題は小さいが、新たに、次の問題点がある。すなわち、回路配線基板は、通常10～数10cm \square あり、これを真空チャンバ内に収容するためには装置全体が3～4m \square のサイズとな

ってしまう。また、回路配線基板を真空チャンバ内に導入した場合、基板からの脱ガスを行うための真空排気にかかる時間がかり、試験開始まで1時間程度要するという問題点がある。

【0007】そして、前述した第3の従来技術では、光導電シートと被試験パッドとは完全に接触している必要があるが、基板には数 μ mの凹凸があるため、全てのパッドとの接触を確保することは極めて困難であるといった問題点がある。なお、第2および第3の従来技術は、共に任意のパッドへの充電の後、他のパッドへのリークによる当該他のパッドへの充電現象を利用することでは共通であるが、これら第2および第3の従来技術においては、充放電の時定数は抵抗だけでなくネットのもつ静電容量にも左右され正確な抵抗の測定は困難であるといった原理的な問題点を有している。

【0008】本発明の目的は、上述した従来の回路配線基板の検査技術が有する課題を解決し、非接触で任意の被試験パッド間の導通／絶縁の良否試験を高速に行うことを可能とすると同時に、従来に於いて製作が困難で且つ高価で然も接触時の信頼性に難点の有る多数のコンタクトプローブの使用を不要とし、更に、真空排気系が不要で、被試験パッドと物理的な接触が不要であって、然もネットの静電容量に左右されないで測定が出来る回路配線基板の検査装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、本発明に係る回路配線基板の検査装置は、基本的には、次の様な技術構成を有するものである。即ち、配線パターン及び複数のパッドを有するネット群を多数備え回路配線基板を検査する回路配線基板の検査装置であって、該検査装置は、当該回路配線基板を保持する基板保持手段、該基板保持手段に保持されている該回路配線基板と所定の間隔を隔てて配置されており、且つ当該回路配線基板に設けられている、一つの配線部に於ける第1の被試験パッド位置と対応する位置と、第1の電源との間に第1の導電性パスを形成すると共に、当該回路配線基板に設けられている、他の配線部に於ける第2の被試験パッド位置と対応する位置と、第2の電源との間に第2の導電性パスを形成する導電性パス形成手段を有する、該回路配線基板の電気的特性検出手段、及び該第1の被試験パッドと該第1の導電性パスとの間の第1の空間部及び該第2の被試験パッドと該第2の導電性パスとの間の第2の空間部にレーザを照射して、該第1と第2の空間部に導電性を付与するレーザプラズマスイッチ制御手段、とから構成されたものであり、更に、該電気的特性検出手段は、該第1と第2の導電性パスの何れか一方に接続された電気的特性値サンプリング手段を有するものである回路配線基板の検査装置である。

【0010】本発明に係る上記構成からなる回路配線基板の検査装置の一具体例としては、例えば、配線パター

ンおよび複数のパッドを有するネットNA、NBを多数備えた回路配線基板9を検査する回路配線基板の検査装置であって、前記回路配線基板9上に所定の間隔を持って設けられた光導電シート7と、該光導電シート7上に設けられ、光導電シート励起用光源3からの照射光30の形状を制御して、該光導電シート7に第1の導電性パス71および第2の導電性パス72を形成する該光導電シート7の保持手段を兼ねる液晶シャッター等から構成される光透過パターン制御手段6と該液晶シャッター等の光透過パターン制御手段6を制御する制御手段5とから構成される導電性パス形成手段192が設けられると共に、前記回路配線基板9における第1の被試験パッドINと前記第1の導電性パス71の一端の導通を制御する第1のレーザプラズマスイッチ制御機構1,11と、前記回路配線基板9における第2の被試験パッドOUTと前記第2の導電性パス72の一端の導通を制御する第2のレーザプラズマスイッチ制御機構2,12とから構成されるレーザプラズマスイッチ制御手段196、該電気的特性検出手段193として前記第1の導電性パス71の他端と前記第2の導電性パス72の他端との間の抵抗値を測定する抵抗測定手段104,105とを具備する回路配線基板の検査装置が提供される。

【0011】

【作用】本発明の回路配線基板の検査装置によれば、光透過パターン制御手段6,5で光導電シート励起用光源3からの照射光30の形状を制御することによって、光導電シート7に対する第1の導電性パス71および第2の導電性パス72が形成される。さらに、第1のレーザプラズマスイッチ制御機構1,11および第2のレーザプラズマスイッチ制御機構2,12によって、回路配線基板9における第1の被試験パッドINと第1の導電性パス71の一端の導通および回路配線基板9における第2の被試験パッドOUTと第2の導電性パス72の一端の導通が制御される。そして、抵抗測定手段104,105によって、第1の導電性パス71の他端と第2の導電性パス72の他端との間の抵抗値が測定される。

【0012】これによって、非接触で任意の被試験パッド間の導通/絶縁の良否試験を高速に行うことができる。

【0013】

【実施例】以下、図面を参照して本発明に係る回路配線基板検査装置の実施例を説明する。図1は本発明に係る回路配線基板の検査装置における第1の形態の原理構成を示す図である。同図において、配線パターン(NA、NB)及び複数のパッド(IN、OUT)を有するネット群を多数備え回路配線基板9を検査する回路配線基板の検査装置であって、該検査装置は、当該回路配線基板9を保持する、例えば、ケース90、スペーサ81等からなる基板保持手段191、該基板保持手段191に保持されている該回路配線基板9と所定の間隔を隔てて配

置されており、且つ当該回路配線基板9に設けられている、一つの配線部に於ける第1の被試験パッド(例えばIN)の配置位置と対応する位置S1と、高電位電源である第1の電源V1との間に第1の導電性パス71を形成すると共に、当該回路配線基板9に設けられている、他の配線部に於ける第2の被試験パッド(例えばOUT)の配置位置と対応する位置S2と、第1の電源V1より低電位電源で、例えばGNDである第2の電源V2との間に第2の導電性パス72を形成する導電性パス形成手段192を有する、該回路配線基板9の電気的特性検出手段193、及び該第1の被試験パッド(IN)と該第1の導電性パス71との間の第1の空間部194及び該第2の被試験パッドOUTと該第2の導電性パス72との間の第2の空間部195にレーザ10、20を照射して、該第1と第2の空間部193、194に導電性を付与するレーザプラズマスイッチ制御手段196、とから構成されたものであり、更に、該電気的特性検出手段193は、該第1と第2の導電性パス71、72の何れか一方に接続された、例えば電圧計、或いは電流計とから構成される電気的特性値サンプリング手段197を有する回路配線基板の検査装置が示されている。

【0014】尚、その他の参照符号に関しては、1は第1のレーザ光源、2は第1のレーザ光源、10および20は第1および第2のレーザ光(レーザパルス)、11および12は第1および第2のレーザ光偏向ミラー(ガルバノミラー)、11'及び12'は第1および第2のレーザ光偏向ミラー11および12と協働して駆動されるレーザ光偏向ミラーである。又、3は光導電シート励起用光源、4はスキャンレンズ、5は液晶マスク制御部、6は液晶マスク板、7は光導電シート。また、参照符号30は光導電シート励起用均一照明光、41はスキャンレンズの光軸、81,82はスペーサ、91は基板GND層、そして、92は基板電源層を示している。尚、参照符号D1は導通不良欠陥、D2は絶縁不良欠陥、P1およびP2は第1および第2のレーザ光により励起されたプラズマ(レーザプラズマ・スイッチオン部分)を示している。ここで、図1では、被試験パッドINを含む第1のネットNAと、被試験パッドOUTを含む第2のネットNBの2つのネットが示されており、導通試験の対象とする欠陥(導通不良欠陥D1)および絶縁試験の対象とする欠陥(絶縁不良欠陥D2)が存在する例が示されている。

【0015】図1に示されるように、光導電シート7

(又は、光導電膜がコートされたガラス板)が回路配線基板9の表面上数10 μ mの位置に配置され、その上には光選択透過マスク板として液晶マスク板6がこの場合密着搭載されている。さらに、液晶マスク板6の上方には、2本のレーザ光10および20を独立に収束偏向して位置決めを行うための1つのスキャンレンズ4および2系統の偏向ミラー11および12(各X、Y制御、図ではYを省略)と光導電励起用光源3が設置される。そして、2

つの偏向ミラー11および12に対して独立なパルスレーザー光源1および2が設けられ、パルスレーザー光が発射されるようになっている。

【0016】図2および図3は図1に示す回路配線基板の検査装置の動作を説明するための図である。次に、図2および図3を参照して、図1に示す被試験パッドINおよびOUTの間の抵抗を測定し、絶縁の良否の判定をする場合の原理的な動作を説明する。まず、液晶マスク制御部5により液晶マスク板6の光透過パターンを図2に示すような形61,62に形成する。すると、光導電膜励起光源3からの照射光30は、図2に示す光透過パターン61,62に従って透過し、光導電シート7を照射するので、この光透過パターン61,62に対応した形に導電性パターン71,72が形成される。これにより、入力パッド（第1の電極パッド）I₀から第1の被試験パッドINの直上までの導電性パス(71)、および、第2の被試験パッドOUTの直上から出力パッド（第2の電極パッド）O₀までの導電性パス(72)が出来上がる。

【0017】この状態で、図2において『●』で示すパッド部にレーザー偏向位置を制御し、2つのレーザーパルス10および20を同時に照射する。すると、図3に示すように、P1およびP2の位置（レーザープラズマ・スイッチオン部分）において、レーザーパルス10および20により励起されたプラズマの作用により、光導電膜励起光源3からの照射光30で導電性をもった部分（入力パス71および出力パス72）と直下の被試験パッドINおよびOUTとをそれぞれ瞬時的に導通する。この結果、入力パッドI₀から第1の被試験パッドINまでの間、および、第2の被試験パッドOUTから出力パッドO₀までの間の電気的経路が構成される。

【0018】ところで、入力パッド（第1の電極パッド）I₀に接続された電圧源から第1の被試験パッドINを通り、さらに、第2の被試験パッドOUTを経て出力パッド（第2の電極パッド）O₀に流れ込む電流は、被試験パッドINおよびOUTの間の抵抗（この場合、絶縁抵抗）に依存する。したがって、レーザーパルス照射時、或いは、レーザーパルス照射の直ぐ後の所定のタイミングで出力電流を測定することにより、入力パッドI₀と出力パッドO₀との間の抵抗R_{mes}を求める。さらに、該R_{mes}から、光導電パス部(71,72)の抵抗R_{in}, R_{out}およびレーザープラズマ・スイッチのオン抵抗R_{LPS}の2倍を差し引くことにより、被試験パッド間の絶縁抵抗R_{in-out}を求めることができる。

【0019】図4および図5は本発明の回路配線基板の検査装置における被試験パッド間抵抗の測定原理を説明するための図である。ここで、図4は、光導電入出力パスが形成された後のレーザーパルス照射以降における各部の抵抗、電圧、電流の変化を示すものであり、また、図5は、1組の被試験パッド(IN,OUT)間の絶縁抵抗を測定する場合の等価回路を示すものである。なお、パッドI

N用のレーザー（第1のレーザー光）およびパッドOUT用のレーザー（第2のレーザー光）は、同時にパルス発生され、第1および第2のレーザープラズマスイッチ(P1,P2)は同時にオン状態（低抵抗値）となるように構成されている。

【0020】ところで、上記した2つの導体の間にレーザーパルス照射してレーザープラズマを生成して、該2つの導体の電気的接続を行うという現象は、従来から知られているレーザーによる気体（空気、アルゴン、キセノン等）の電離現象であり、例えば浅見義弘監修「レーザー工学」p207～（東京電機大学出版局、昭和47年12月発行）にも記載されている。この文献によれば、レーザーによる気体の放電、プラズマ生成するために必要な光パワーの密度は、レーザーの波長に依存しており、500～700nmの波長で最大となり、プラズマ生成（スイッチオン）し難いことが示されている。これに対して、1μm以上の波長または300nm以下の波長では、約1/5～1/10程度の光パワーでプラズマ生成（スイッチオン）できることが示されている。本発明では、大出力が得られやすい長波長側の1～2μmの波長のレーザー光を使用するのが好ましい。

【0021】なお、上記した現象をスイッチに応用した一例として、DON L. MILLARD らの「Noncontact Testing of Circuits Via a Laser-Induced Plasma Electrical Pathway」, IEEE DESIGN & TEST OF COMPUTERS, 1992 MARCH, p.55 では、中心に開口を持つ電極を被測定電極と対向させ、電極の開口部を通してレーザーパルスを照射することによりレーザープラズマを形成して開口電極と被測定電極との間を導通させ、そして、この開口電極の電圧をオシロスコープで観測することにより被測定電極に印加された波形を数10～100μsの間観測することができることが示されている。

【0022】本発明に係る第1の形態の回路配線基板の検査装置では、従来技術としてのレーザープラズマ・スイッチを、光導電シート上に形成して任意の導電性パターンに適用し、非接触で閉回路を構成可能として、抵抗測定を高速で高精度に測定できるように構成したものである。ところで、図4および図5に示されるように、非接触技術における問題点の1つとしては、抵抗測定値がネットのもつ静電容量C_{in}, C_{out}の大小により左右されることであるが、本発明の第1の形態によれば、静電容量の影響を受けるのは、各部の立ち上がり時間のt_{rin}およびt_{rout}であり、パルス照射の一定時間後には、純粋に絶縁抵抗の大小だけで決まる電圧値および電流値になる。したがって、レーザープラズマ・スイッチのオン継続時間が1ms程度とすると、パルスレーザー照射後の約0.5ms後の電流値をサンプリングすれば、静電容量の影響を受けない測定が可能となる。

【0023】なお、抵抗R_{in}, R_{out}は光導電パスの単位長さあたりの抵抗値を予め実験的に求めておき、光選

抗透過マスク板（液晶マスク板6）の制御データから計算した経路長に対応させることによって簡単に求めることができる。また、レーザプラズマ・スイッチのオン抵抗 R_{LPS} の値も同様に予め実験的に求めておく。ここで、被試験パッド（INおよびOUT）間の抵抗値測定精度は主として抵抗 R_{in} 、 R_{out} 、および、 R_{LPS} のばらつきに左右されるが、これらの抵抗値はおおよそ数 $k\Omega$ 程度にできることから、少なくともこれと同程度の抵抗値測定精度は得られる。したがって、数 $10k\Omega$ 程度の判定レベルでの導通試験は可能であり、絶縁良否試験の場合には全く十分な精度である。

【0024】図6および図7は本発明の回路配線基板の検査装置における第1の形態の実施例を示す図である。同図において、参照符号1は第1のレーザ光源、2は第2のレーザ光源、10および20は第1および第2のレーザ光、11,11'および21,21'は第1および第2のレーザ光を偏向するためのガルバノミラー、3は光導電シート励起用光源、4はスキャンレンズ、6は液晶マスク板、7は光導電シート、そして、9は回路配線基板を示している。また、参照符号30は光導電シート励起用均一照明光、81,82は絶縁スペーサ、90はケース、93は絶縁シートであり、これらは、前記した基板保持手段を構成するものである。

【0025】そして、100はXYZステージを示している。さらに、参照符号101は第1のレーザ位置制御部、102は第2のレーザ位置制御部、103はタイミング制御部、104は定電圧源、105は電流計、106はA/D変換器、107は液晶マスク制御部(5)、108はXYZステージ制御部、そして、109は制御部を示している。ここで、第1および第2のレーザ光10,20を独立に偏向する第1および第2のガルバノミラー11,12は、スキャンレンズ4の焦点付近の光軸41に垂直な平面上で該光軸41から等距離はなれた位置に設置されている。また、光導電シート励起用光源3は光軸41から等距離離れた位置に設置された第1および第2のガルバノミラー11,12の間に配置されている。

【0026】図6および図7に示されるように、本実施例では、液晶マスク板6を用いて光導電バス71,72を形成する手段(107)を設け、光導電シート7に設けられ入力パッド I_0 に定電圧源104を接続し、さらに、出力パッド O_0 に電流検出器（電流計）105を接続するようになっている。第1のパルスレーザ10は、第1の被試験パッドAに位置決めされ、また、第2のパルスレーザ20は第2の被試験パッドBに位置決めされて同時に照射される。そして、その直後の電流を検出するサイクルを繰り返して絶縁良否試験を行うようになっている。

【0027】以下、絶縁試験の場合を例にとりて図6および図7に示す実施例の動作を説明する。まず、被試験基板9は、内部に絶縁シート93が敷かれたケース90内に設置され、絶縁スペーサ81,82をかぶせた状態にセットした後、ケース90ごと本試験装置のXYZステージ100

に搭載される。液晶マスク板6の座標系とレーザ偏向座標系は予め位置合わせされており、これらと基板9の座標系との位置合わせが、まず行われる。ここで、入力パッド I_0 には常に電圧源（定電圧源）104が、出力パッド O_0 には常に電流計105が接続されており、光導電シート励起用光源3が点灯される。

【0028】次に、液晶マスク制御部107により液晶マスク板6の画素毎の透過／非透過が制御され、入力パッド I_0 から第1の被試験パッドAまで、および第2の被試験パッドBから出力パッド O_0 までの間に光透過パターン61,62がそれぞれ形成される。このパターン生成は、予め制御部109に記憶された基板の設計データに基づき行われる。理想的には、経路長が最短になるように生成するのが望ましい。これにより、液晶マスク板6の光透過パターン61,62部のみ均一照明光30が透過し、これに対応する光導電シート（光導電膜）部分が帯状に導電性を発生し、入力バス71（第1の導電性バス）および出力バス72（第2の導電性バス）が形成される。ここで、光導電シート7の材料としては、ガリウム砒素(GaAs)、アモルファスシリコン、或いは、電子写真技術で用いられるフォトリソ材料等を使用することができる。なお、液晶マスク板6は、該液晶マスク板の透過光を光学系により光導電シート7上に縮小または拡大投影するように構成してもよい。

【0029】この状態で、予め制御部109内に記憶された基板の設計データにしたがって第1のレーザ位置制御部101により第1のレーザ光10がパッドAに位置決めされ、また、第2のレーザ位置制御部102により第2のレーザ光20がパッドBに位置決めされる。その後、タイミング制御部103から第1および第2のレーザ光（レーザパルス）の発生を制御するパルス信号が送出され、入力バス71とパッドAの間およびパッドBと出力バス72の間が一定時間導通状態となる。この時間は、例えば、数 $100\mu s$ から $1ms$ 程度とする。ここで、図6および図7では、第1のレーザ光10および第2のレーザ光20は、それぞれ専用のパルスレーザ光源1および2の出力を使用するように構成されているが、該第1のレーザ光10および第2のレーザ光20は、共通のパルスレーザ光源からのレーザ光をビームスプリッタで2つに分割して使用するように構成してもよい。なお、パルスレーザ光源（1,2）は、波長 $1\mu m$ 前後のパルスレーザ光を出力するようになっており、該パルスレーザ光源は、連続パルス動作を行うモードロックレーザ、および、該モードロックレーザの出射光を断続するシャッタ手段により構成することができる。或いは、パルスレーザ光源（1,2）は、Qスイッチレーザとして構成することもできる。

【0030】この後、レーザ照射タイミングから約 $0.5ms$ 後にタイミング制御部103より送出されるサンプリングトリガ信号を用いてA/D変換器106で出力電流値

がデジタルデータに変換されて測定結果が制御部109に送信される。そして、制御部109では、この測定値からパッドAとパッドB間の抵抗を算出する。このとき、入力バス71および出力バス72の抵抗値分を補正するために、その経路長が算出されることになる。ここで、光導電シート7に設けられ入力パッドI₀および出力パッドO₀の間における抵抗の測定は、入力パッドI₀に交流信号（正弦波またはパルス波）を印加し、出力パッドO₀から接地電位に対し流出される出力電流波形の振幅の最大値を検出し、そして、入力パッドと出力パッド間の抵抗を入力電圧または入力波形の電圧振幅と出力電流検出値の比から算出するように構成してもよい。

【0031】以上の説明で対象とした絶縁試験の場合、ここまでの動作によりパッドAおよびB間の絶縁試験が完了するが、実際の試験では、この後、パッドAに対してパッドBと異なるネットに属するパッドC、D、……を次々と試験していくことが効率的である。その場合には、出力バスのパターンのみを変更するように液晶マスク板6の制御を変更し、第2のレーザ光の位置のみを変更しパッドCに位置決めするようにして、レーザパルス照射以降の動作を繰り返すことになる。

【0032】図8は本発明の回路配線基板の検査装置における試験シーケンスの一例を示す波形図である。図8に示す試験シーケンスは模式的なものであり、実際の試験シーケンスでは、出力電流をサンプリングした後、出力バスを次の被試験パッドCに対応するように変更しても構わないので、その場合、電流計の検出値はここで急激にゼロになる。このシーケンスの概略サイクルは、1組のパッド間抵抗測定に1〜2msとなる。パッドAに対して絶縁試験すべきパッド全ての試験を完了したら、第1のレーザ光10を次のパッドに移して同様なシーケンスを繰り返す。

【0033】なお、本実施例では、レーザ光の収束偏向系、レーザースキャンミラー（ガルバノミラー）ースキャンレンズの順に配置しているが、レーザ収束レンズースキャンミラーの順に配置しても差し支えない。上述したように、本発明の第1の形態に係る回路配線基板の検査装置は、電気的に制御可能な光選択透過マスク板により光導電膜上に入力バスと出力バスを形成し、且つ、2つの被試験パッド上に同時、或いは、順次レーザ光を照射することによって、光導電膜上に形成された入力バスと1つの被試験パッドおよび出力バスと他方の被試験パッドとの間の電気的な経路を閉じ、そして、非接触で2つのパッド（ネット）間の導通・絶縁試験を行うようになっている。

【0034】すなわち、本発明の第1の形態に係る回路配線基板の検査装置は、光導電膜（光導電シート）上の周辺部に入出力パッドを形成し、この入出力パッドと基板上の被試験パッドまでの経路（入出力バス）を光導電効果により電気的に自由に変更できるように形成する技

術と、これらの入出力バスと一定間隔をもって対向される被試験パッド間の導通をパルスレーザ照射により実現できるレーザプラズマ・スイッチ技術とを組み合わせ、レーザ照射時の入力パッドと出力パッド間の抵抗を瞬時的に測定することにより2つの被試験パッド用の抵抗を算出するようになっている。

【0035】これによって、絶縁試験に要する時間を短縮し、製作が困難でしかも接触の信頼性に難点のある多数のコンタクトプローブを不要とし、さらに、真空排気系を不要とすることができる。また、被試験パッドとの物理的な接触をなくし、ネットの静電容量に左右されない測定を行うことができる。なお、レーザプローブを10数μmに絞るのは容易で、プラズマスイッチの空間分解能としては被測定パッドと導電性バス間のギャップ長とほぼ同程度の値が期待できるので、従来の多数点コンタクトプローブでは、検査が困難であった数10μmサイズのパッドの絶縁試験が可能になる。また、従来の2点ないし4点式のプローブでは、機械的な移動が全てに必要であり、検査時間は、少なくとも数100ms/1絶縁試験であったが、本発明の第1の形態では、数msで1桁以上の高速化が実現できる。

【0036】基本的に、本発明の第1の形態に係る回路配線基板の検査装置は、コンタクトプローブが不要であると共に、真空排気系も不要となり、更に被試験パッドとテストヘッド（透明電極等）との物理的な接触も不要となる。しかも電圧源から給電用入力パッド、電光導膜等の導電入力バス、第1の試験パッド、第2の試験パッド、光導電膜等の導電出力バス、出力パッドを経て接地電極までの閉回路が構成され、この時の印加電圧と流れる電流とから抵抗値を測定する方式であり、抵抗測定値はネットの静電容量には左右されないという利点がある。

【0037】測定に要する時間を左右するのは、レーザプラズマのスイッチング時間、レーザ偏向の設定時間および検出信号のS/Nなどであるが、レーザプラズマのスイッチング（スイッチのON継続時間）は10μsから長くて1ms、レーザ偏向の静定時間はおよそ数100μsであることから、1組の被試験パッド間の抵抗測定は1〜2ms程度と見積もられ、従来のコンタクトプローブ（例えば、4点式）の場合の0.5sに比べて約1/200の検査時間の達成が可能となる。

【0038】つまり、上記した本発明に係る回路配線基板の検査装置に於いては、該導電性バス形成手段192は、レーザが透過しえる部材で構成されている事が望ましく、又該導電性バス形成手段192は、更に光導電性部材で構成されている事が望ましい。更に、当該導電性バス形成手段192は、該光導電性部材7と該光導電性部材を保持する光導電性部材保持手段6'とで構成されている事が望ましく、又、該光導電性部材保持手段6'は、液晶マスク板6等で構成された光透過制御機能を有

するものである事が好ましい。

【0039】その場合には、当該光導電性部材保持手段6'には、該液晶マスク板6に於ける光透過パターンを制御する光透過パターン制御手段5が設けられている事が望ましい。更に、本発明に係る回路配線基板の検査装置に於いては、該電気的特性検出手段193には、此れと共同して作動する該レーザプラズマスイッチ制御手段196には、レーザビーム出力手段1、2及び当該レーザビーム偏向手段11、12が含まれている事が望ましい。

【0040】一方、本発明に係る回路配線基板の検査装置に於いては、該電気的特性検出手段193には、該光導電性部材7を励起させる、適宜の光源からなる光導電性部材励起手段3が更に設けられているものである。又、本発明に於ける回路配線基板の検査装置に設けられている該電気的特性検出手段193は、該レーザプラズマスイッチ制御手段196が駆動され、該第1と第2の空間部194と195が導通状態になった後、所定の時間経過後に、該電気的特性値サンプリング手段197を駆動させて、該導電性パス71若しくは72に於ける電気的特性値を検出する様に構成されている事が望ましく、又本発明に於ける該電気的特性検出手段193が検出する該電気的特性は、抵抗、電圧、電流、絶縁抵抗等から選択された少なくとも一つである。

【0041】次に、本発明に係る回路配線基板の検査装置の第2の形態を説明する。上述した本発明に係る回路配線基板の検査装置の第1の形態においては、以下の問題がある。すなわち、光導電膜のオン抵抗（光照射時の抵抗）値はかなり高く、光導電パスの長さが数10～数100mmにもなる場合、数100kΩ～数MΩとなつて、上記の光導電パスの形成に障害になる。例えば、光導電膜としてEr（エルミウム）ドープGaAsとしたとき、長さ1μmの光導電パスのオン抵抗はおおよそ100Ωであり、単純な比例計算では、数mm長さで数100kΩ、数10mm長さで数MΩとなる。このように、光導電パスのオン抵抗が数MΩとなるとそのばらつきも増大し（例えば数100kΩ）、これが検査の対象となる抵抗に直列に挿入されその計測精度も数100kΩ程度しか期待できなくなる。

【0042】そこで、本発明に係る回路配線基板の検査装置の第2の形態では、光導電膜の上に、複数の透明導電膜パターンを全面に形成して光導電シート（7）を構成し、これにより、光導電パスの形成時の実質的な光導電パス長を短縮してオン抵抗を低減するようになっている。図9は本発明に係る回路配線基板の検査装置における第2の形態の原理を説明するための図であり、前述した図2に対応するものである。また、図10は図9の一部を拡大して示す図である。

【0043】図9に示されるように、本発明に係る第2の形態における光導電シート7は、ITO(In₂O₃:Sn)等

より成り、ほぼ1μmのスペースをもつ独立透明導電膜パターン70（サイズ：例えば20μm□）を一定ピッチで全面に形成する。これにより、光導電パスの形成時の実質的な光導電パス長を、独立パターンのサイズに対するパターン間スペース比に相当する分だけ短縮するようになっている。

【0044】すなわち、図9および図10に示されるように、液晶マスク板6の光透過パターン61,62が形成されると、光導電シート7上では、該光透過パターン61,62に対応した形状の導電性パターン71,72が形成される。ここで、導電性パターン71,72に一部でも含まれる透明導電膜パターン70は、全て入力および出力パスを構成することになる。具体的に、導電性パターン71の周辺部の透明導電膜パターン70a,70b,70c,70dも導電性パターン71とほぼ等電位となるが、何ら問題となることはない。このようにして、入力パッドI₀から第1の被試験パッドINの直上までの導電性パス(71)、および、第2のパッドOUTの直上から出力パッドO₀までの導電性パス(72)が形成されることになる。

【0045】そして、上述したように、各導電性パス（導電性パターン）71,72においては、該導電性パス71,72に含まれる透明導電膜パターン70は該透明導電膜が有する低い抵抗値であり、光照射により導電性になった場合でも比較的に抵抗値の大きい光導電シートは各透明導電膜パターン70の間に存在するものだけとなる。その結果、導電性パス71,72によるオン抵抗を、全面に光導電膜が形成された導電シートを使用した場合のオン抵抗の数10分の1から数100分の1の100kΩ～数kΩに低減することが可能となる。

【0046】なお、前述した本発明に係る第1の形態と同様に、抵抗R_{in}, R_{out}は、光導電パスの単位長さあたりの抵抗値を予め実験的に求めておき、光選択透過マスクの制御データより計算した経路長とから簡単に求めることができる。ここで、上述したように、光導電膜（層）としてErドープGaAsを用いる場合の抵抗R_{in}, R_{out}の典型値としては、全面に形成された独立透明導電パターン70の効果により、数100kΩ以下とすることができる。また、レーザプラズマ・スイッチのオン抵抗R_{LPS}の値も同様に予め実験的に求めておく。

【0047】ところで、被試験パッド間の抵抗値測定精度は、主として抵抗R_{in}, R_{out}, R_{LPS}のばらつきに左右されるが、これらの抵抗値はおおよそ数10kΩ程度となり、そのばらつきは10%程度の数10kΩと見積もられる。したがって、数10kΩ程度の判定レベルでの導通試験は可能であり、絶縁良否試験の場合には全く十分な精度が得られることになる。

【0048】図11は本発明に係る回路配線基板の検査装置における第2の形態の他の実施例としての透明導電膜のパターンを示す図であり、図12は図11の透明導電膜を使用した様子を示す図である。図11に示される

10

20

30

40

50

ように、本実施例の光導電シート7は、ITO(In₂O₃:Sn)等より成る所定形状の独立透明導電膜パターン70'が一定ピッチで全面に形成されている。ここで、透明導電膜パターン70'の形状は、4方向で隣接するパターン間で櫛形構造で組み合わせるようにされている。なお、櫛形構造で組み合わせる部分700の長さL₁は、例えば、透明導電膜パターン70'の一辺の長さL₀(例えば、10〜数10μm)の1/4とされている。このような透明導電膜パターン70'の形状により、隣接する透明導電膜パターン70'間における光導電パスの実効的な幅を矩形形状の透明導電膜パターン70を使用した場合の数倍程度に増加して、さらにオン抵抗を数分の一に低下させることができるようになっている。

【0049】図12は図11の透明導電膜を使用した様子を示す図であり、光透過マスク板(液晶マスク板)6を介して透過される光パターン61と、これにより形成される光導電パス71の関係を示すものである。図12に示されるように、光導電パス71の空間的な設定精度は、透明導電膜孤立パターンのサイズにより制限され、本実施例の場合には、透明導電膜パターン70'のサイズの約1/2程度の設定誤差が生じる。しかしながら、例えば、透明導電膜パターン70'のサイズを20μmとすると光導電パスの設定精度は10μm程度となり、高密度回路基板の場合でも50μm程度の配線幅およびパッドサイズであることから十分な空間分解能を得ることができる。

【0050】上述したように、本発明に係る回路配線基板の検査装置の第2の形態によれば、光導電膜の上に複数の透明導電膜パターンを全面に形成して光導電シートすることにより、光導電パスの形成時の実質的な光導電パス長を短縮してオン抵抗を低減するようになっている。すなわち、本発明の第2の形態によれば、光導電パスのオン抵抗を、本発明の第1の形態における光導電パスのオン抵抗よりも1〜2桁低下させることが可能となり、絶縁抵抗測定精度を向上させることができる。次に、本発明に係る回路配線基板の検査装置の第3の形態を説明する。

【0051】図13は本発明に係る回路配線基板の検査装置における第3の形態の原理構成を示す図であり、図14は図13における回路配線基板の断面を示す図であり、そして、図15は図13に示す回路配線基板の検査装置の動作を説明するための図である。図13および図14において、参照符号10および20は第1および第2のレーザ光(レーザパルス)、301および302は第1および第2の光導電シート励起用光ビーム、51および52は第1および第2の櫛型透明電極、7は光導電シート、701および702は第1および第2の光導電パターン、そして、9は回路配線基板(基板)を示している。また、参照符号91は基板GND層、92は基板電源層、D1は導通不良欠陥、D2は絶縁不良欠陥、P1およびP2は第1および

第2のレーザ光により励起されたプラズマ(レーザプラズマ・スイッチオン部分)を示している。ここで、図14では、被試験パッドi(INに対応)を含む第1のネットNAと、被試験パッドj(OUTに対応を含む第2のネットNBの2つのネットが示されており、導通試験の対象とする欠陥(導通不良欠陥D1)および絶縁試験の対象とする欠陥(絶縁不良欠陥D2)が存在する例が示されている。なお、ガラス板70と回路配線基板9との間の空間は、例えば、リングシール等により気密構造として該気密空間にアルゴン、キセノン等の希ガス或いは空気を加圧または減圧封入するようによい。

【0052】図13および図14に示されるように、本発明の回路配線基板の検査装置の第3の形態では、光導電膜(光導電シート)7が塗布され、該光導電膜上に給電側透明導電膜パターン(第1の櫛型透明電極51)および検出側透明導電膜パターン(第2の櫛型透明電極52)が形成されたガラス板70(以下、テストヘッド基板70とも称する)が回路配線基板9の表面上数10μmの位置に配置され、その上方から第1の光導電パターン701を形成するための第1の光導電シート励起用光ビーム301および第2の光導電パターン702を形成するための第2の光導電シート励起用光ビーム302、並びに、レーザプラズマスイッチ(LPS)用レーザ光(第1および第2のレーザ光)10,20が照射されるようになっている。

【0053】次に、図13および図14に示す第1の被試験パッドiと第2の被試験パッドjの間の抵抗を測定して絶縁の良否の判定をする場合の原理的な動作を説明する。まず、第1の光導電パターン701を形成するために、第1の光導電シート励起用光ビーム301による矩形光ビームパターンを第1の被試験パッドiと第1の櫛型透明電極(給電側透明導電膜パターン)51の最も近い部分を跨ぐように(覆うように)位置決めし、同時に、第2の光導電シート励起用光ビーム302による矩形光ビームパターンを第2の被試験パッドjと第2の櫛型透明電極(検出側透明導電膜パターン)52の最も近い部分を跨ぐように位置決めする。これにより、光導電膜の光照射効果により、給電用パッド(I₀)から第1の被試験パッドi直上までの電気的な経路(パス)、および、第2の被試験パッドj直上から検出用パッド(O₀)までのパスが形成される。

【0054】この状態で、図13において『●』で示すパッド部にレーザ偏向位置を制御し、2つのレーザパルス10および20を同時に照射する。すると、図15に示すように、レーザパルス10および20によりテストヘッド基板70と回路配線基板9との間隙P1、P2に励起されたプラズマの作用により、光照射で導電性をもった部分(給電パス51および検出パス52)とその直下の第1および第2の被試験パッドi、jとがそれぞれ瞬時的に導通し、結果として、給電用パッドI₀から第1の被試験パッドiおよび第2の被試験パッドjを経て検出用パッド

00間の電氣的経路が構成される。ここで、パルスレーザ光源(1, 2)は、連続パルス動作を行うモードロックレーザおよびモードロックレーザの出射光を断続するシャッタ手段で構成してもよく、また、Qスイッチレーザにより構成することもできる。

【0055】この状態では、給電用パッドI₀に接続された電圧源(204)から第1の被試験パッドiを通り第2の被試験パッドjを経て検出用パッドO₀から接地電位に流れ込む電流は、第1の被試験パッドiと第2の被試験パッドj間の抵抗(この場合絶縁抵抗R_{ij})に依存する。したがって、レーザパルス照射時もしくは僅かに後の或るタイミングで出力電流を測定することにより、給電パッドI₀と検出パッドO₀間の抵抗R_{mes}を求め、この抵抗R_{mes}から透明導電膜電極パターン部と光導電バス部の抵抗R_{in}, R_{out}およびレーザプラズマ・スイッチのオン抵抗R_{LPS}の2倍を差し引くことにより、次の式により被試験パッド間の絶縁抵抗R_{ij}を求めることができる。

【0056】 $R_{ij} = R_{mes} - R_{in} - R_{out} - 2 \times R_{LPS}$
ここで、R_{ij}は被試験パッド(i, j)間の抵抗測定値を示し、また、R_{mes}は給電パッドと検出パッド間の抵抗測定値を示している。図16および図17は本発明の回路配線基板の検査装置の第3の形態における被試験パッド間抵抗の測定原理を説明するための図であり、前述した図4および図5に相当するものである。すなわち、図16および図17は、図4および図5における被試験パッドIN, OUT, 立ち上がり時間t_{rin}, t_{rou}t, 絶縁抵抗R_{in-out}, および、パッドIN, OUTの静電容量C_{in}, C_{out}を、それぞれ、被試験パッドi, j, 立ち上がり時間t_{ri}, t_{rj}, 絶縁抵抗R_{ij}, および、パッドi, jの静電容量C_i, C_jとしたものに対応しており、それらの説明は省略する。

【0057】このように、本発明の第3の形態は、レーザプラズマ・スイッチの技術と光導電膜上に矩形状に光導電パターンを形成する技術を組み合わせたことにより、図17に示すように非接触で閉回路を構成することを可能とし、抵抗の高速・高精度測定を実現するものである。従来の非接触技術の問題点の1つは、抵抗測定値がネットのもつ静電容量C_i, C_jの大小により左右されることであるが、本発明によれば、図16に示すように静電容量の影響を受けるのは、各部の立ち上がり時間t_{ri}, t_{rj}であり、パルス照射の一定時間後には、純粋に絶縁抵抗の大小だけで決まる電圧値および電流値となる。因みに、立ち上がり時間t_{ri}は、R_{in}+R_{LPS}をおよそ10kΩ、静電容量C_iを大きめに見積もって50pfとすると0.5μs程度となり、また、立ち上がり時間t_{rj}は、R_{ij}を10MΩ(絶縁良の場合)とすると約0.5msとなる。したがって、レーザ・プラズマ・スイッチのオン継続時間が1ms程度とすると、パルスレーザ照射後の約0.5ms後の電流値をサンプリングすれば、

静電容量の影響を受けない測定が可能となる。

【0058】なお、R_{in}, R_{out}は透明導電膜パターンおよび光導電バスの単位長さあたりの抵抗値をあらかじめ実験で求めておき、被試験パッドの座標に基づき行われる光導電用光ビームパターンの位置決め制御の制御データより計算されるそれぞれの経路長とから簡単に求まる。光導電膜(層)としてErドーブGaAsを用いる場合のR_{in}, R_{out}の典型値としては、長さ数100μmで数kΩ〜数10kΩ程度となる。またR_{LPS}も同様に予め実験的に求めておけば良く、典型的には数kΩ程度となる。被試験パッド間の抵抗値測定精度は主としてR_{in}, R_{out}, R_{LPS}のばらつきに左右されるが、上述したようにこれら全体の抵抗値はおおよそ数10kΩ程度となりばらつきはその10%程度の数kΩと見積もられる。したがって、数kΩ程度の判定レベルでの導通試験は可能であり、絶縁良否試験の場合には全く十分な精度である。

【0059】図18および図19は本発明の回路配線基板の検査装置における第3の形態の他の実施例を示す図である。同図において、参照符号1は第1のレーザ光源、2は第2のレーザ光源、10および20は第1および第2のレーザ光、11および21は第1および第2のレーザ光を偏向するための2次元偏向器、そして、31および32は第1および第2の光導電シート励起用光源を示している。また、参照符号311および321はフィルタ・レンズ系、312, 322は矩形スリット、313, 323は2次元偏向器、4はスキャンレンズ、7は光導電シート、70はガラス基板、そして、9は回路配線基板を示している。さらに、参照符号81, 82は絶縁スペーサ、90はケース、93は絶縁シート、そして、900はテストヘッド基板支持台を示している。そして、参照符号200はXYZステージ、201は第1のレーザ位置制御部、202は第2のレーザ位置制御部、203はタイミング制御部、204は定電圧源、205は電流計、206はA/D変換器、207は第1および第2のレーザパルス発生制御部、208はXYZステージ制御部、そして、209は制御部を示している。なお、参照符号210は第1の光ビーム(第1の光導電シート励起用光ビーム)位置制御部、211は第2の光ビーム(第2の光導電シート励起用光ビーム)位置制御部、212は第1の試験パッドデータファイル、そして、213は第2の試験パッドデータファイル部を示している。

【0060】図18および図19に示されるように、本実施例では、光導電バス形成用の2つの矩形光ビームパターン(301, 302)の結像投影・偏向系(311, 312, 313; 321, 322, 323)およびレーザプラズマ・スイッチ用の2つのレーザプローブの偏向系(11, 21)を設け、給電パッドI₀に電圧源(定電圧源)204を、検出パッドO₀には電流検出器(電流計)205をそれぞれ接続し、第1のパルスレーザ10は、第1の被試験パッドiに位置決めし、第2のパルスレーザ20を第2の被試験パッドjに位置決めし

て同時に照射し、その直後の電流を検出するサイクルを繰り返して絶縁良否試験を行うものである。

【0061】以下、本発明に係る回路配線基板の検査装置の第3の形態を、絶縁試験の場合を例にとって動作を説明する。図18および図19において、テストヘッド基板(70, 7), 上方のレーザ系, および, 光ビーム系は、同一の架台(図では省略)に固定されており、被試験基板(回路配線基板)9を内部に絶縁シート93が敷かれたケース90内に設置し、絶縁スペーサ81, 82 (間隙: 数10 μm となるように設定)を被せた状態にセットした後、ケース90ごと本試験装置のXYZステージ200に搭載する。ここで、絶縁スペーサ81, 82は、テストヘッド基板と被試験基板との間隙を数10 μm とするように構成されている。また、テストヘッド基板の座標系とレーザ偏向座標系は予め位置合わせされており、これらと被試験基板の座標系との位置合わせが、まず行われる(手段については省略)。なお、給電パッド I_0 には常に電圧源204が、検出パッド O_0 には常に電流計205が接続されている。

【0062】次に、矩形形状の光導電シート励起用光ビーム301, 302の位置決め制御が行われ、給電側透明導電膜パターン51のひとつから被試験パッド i まで、および、被試験パッド j から検出側透明導電膜パターン52のひとつまでの間に矩形光ビームパターン(光導電パターン)701および702が結像投影される。ここで、矩形光ビームパターン701および702は、例えば、タングステンランプ等の光源(光導電シート励起用光源31, 32から発生する白色光をフィルタ・レンズ系311, 321によるフィルタ作用で約800nmの光を取り出し、さらに、矩形スリット(アパーチャ)312, 322を介してレンズ系で結像・投影することにより発生している。また、この光ビームパターン701, 702の位置制御は、予め制御部209に記憶された基板の設計データおよび被試験パッドの組み合わせデータ(各パッドの位置座標を含む: 212, 213)に基づき行われ、常に、対象とするパッドに最も近い透明導電膜パターン(51, 52)との間にまたがるように設定される。第1および第2の被試験パッドデータファイル212, 213については後述する。

【0063】図20は図18および図19に示す実施例における光ビームの位置決め動作を説明するための図であり、テストヘッド基板(70)を上方からみた拡大図である。図20に示されるように、櫛形構造の2つの透明導電膜パターン51, 52の寸法としては、幅($Y_k, u - Y_k, l$)は被試験パッド i, j のサイズとほぼ同程度の数10 μm とし、ピッチ P はその数倍程度で光導電パス701, 702の抵抗が過大にならないためには数100 μm とするのが好ましい。なお、図20に示す例では、透明導電膜パターン51, 52の幅を40 μm 、ピッチを240 μm としている。

【0064】図20からも明らかなように、例えば、或

るパッドの直上までの導電パスの形成の仕方は一意的ではないが、第1および第2の被試験パッド i, j が近接していない場合には、例えば、被試験パッド $i(x_i, y_i)$ と接続すべき透明導電膜パターン51が矩形光ビームパターン701のほぼ中央となるように位置決め制御すればよい。しかし、2つの被試験パッドが近接している場合には、2つの矩形光ビームパターンが重なりあわないように位置決め制御する必要がある。また、矩形光ビームパターンの長さが、少なくとも透明導電膜パターンのピッチ P と等しければ、透明導電膜パターンの間にある全てのパッドを矩形光ビームパターンで覆うことが可能なことも分かる。

【0065】このように矩形光ビームパターン701, 702がそれぞれ位置決めされ、テストヘッド基板を照射すると、透明導電膜パターン51, 52から被試験パッド直上までの給電パスおよび検出パスが光導電により形成される。光導電膜としてはGaAs基板、CrドープまたはErドープのGaAs基板、アモルファスSi、もしくは、電子写真技術で用いられるフタロシアニン系のフォトリソ材料等を使用することができる。

【0066】再び、図18および図19を参照して説明する。この状態で、予め制御部209内に記憶された基板の設計データにしたがって第1および第2のレーザ位置制御部201, 202により、第1のレーザ光10が被試験パッド i に、第2のレーザ光20が被試験パッド j に位置決めされる。その後、タイミング制御部203から第1および第2のレーザパルスの発生を制御するパルス信号が送出され、給電パス(透明導電膜パターンと光導電パス)と被試験パッド i との間、および、被試験パッド j と検出パスとの間が一定時間導通状態となる。この時間は、通常、数100 μs から1ms程度とする。

【0067】この後、レーザ照射タイミングから約0.5ms後にタイミング制御部209より送出されるサンプリングトリガ信号を用いてA/D変換部206で出力電流値がデジタルデータに変換されて制御部209に結果が送信される。制御部209では、この測定値より、被試験パッド i および j 間の抵抗 R_{ij} を算出する。この際、給電パスおよび検出パスの抵抗値分を補正するため、透明導電膜パターンおよび光導電パターン部の経路長が算出される。

【0068】以上の説明で対象とした絶縁試験の場合、ここまでの動作により被試験パッド i および j 間の絶縁試験が完了するが、実際の試験では、この後、被試験パッド(第1の被試験パッド) i に対し、被試験パッド j と異なるネットに属する他の被試験パッド(第2の被試験パッド) $j+i, j+2, \dots$ を次々と試験するのが効率的で好ましい。その場合には、検出パスの光導電用矩形ビーム位置および第2の被試験パッドに対するレーザプラズマ・スイッチ用レーザ光の位置のみを変更制御し、レーザパルス照射以降の動作を繰り返すことにな

る。

【0069】以上において、抵抗測定手段は、第1の電極パッド I_0 に交流信号を印加し、第2の電極パッド O_0 から接地電位に対し流出される出力電流波形の振幅の最大値を検出し、第1および第2の電極パッド間(I_0, O_0)の抵抗を入力波形の電圧振幅と出力電流波形の最大振幅の比から算出するように構成してもよい。図21は本発明の回路配線基板の検査装置の第3の形態における試験シーケンスの一例を示す波形図であり、上述した動作シーケンスを模式的に示すものである。

【0070】実際の試験シーケンスでは、出力電流をサンプリングした後は、直ちに検出パス j は次パッド $j+i$ に対応するように変更しても構わないので、その場合、電流計205の検出値はここで急激に零になる。このシーケンスの概略サイクルは、1組のパッド間抵抗測定に1~2msとなる被試験パッド i に対し絶縁試験すべきパッド全ての試験を完了したら、第1のレーザ(10)を次の被試験パッド $i+1$ に移して同様なシーケンスを繰り返す。なお、本実施例では、レーザ光源、2次元偏向手段(例えば、ガルバノミラー)、スキャンレンズ(収束レンズ)の順に配置しているが、レーザ光源、収束レンズ、2次元偏向手段の順に配置しても差し支えない。また、光ビーム光源(31,32)は、白色光源を用い、フィルタ(311,321)で必要な波長の光を得るようにしているが、レーザ光源を用いても良い。

【0071】以上、本発明の第3の形態の基本的な動作を説明したが、実際には、図22および図23に示すような被試験パッドと透明導電膜パターンとの位置関係が特殊な場合を考慮する必要がある。図22は図18および図19に示す実施例における光ビームが不要な場合を説明するための図であり、また、図23は図18および図19に示す実施例において測定不可能な場合とそれに対する対処方法を説明するための図である。

【0072】図22は、被試験パッド i および j がちょうど透明導電膜パターン51および52の直下に位置し、且つ、2つの被試験パッドが同じ透明導電膜パターンの直下でない場合を示している。この例の場合、被試験パッド i は給電側のパターン51の直下であり、被試験パッド j は検出側のパターン52の直下であるため、光導電用矩形光ビーム(301,302)の照射は不要であり、単に、被試験パッド i および j の位置に第1および第2のレーザ光10,20を照射するだけでよい。ただし、この場合には、被試験パッド i に電圧を印加(給電)し、被試験パッド j に検出用電流計を接続する試験方法のみ実現でき、その逆は不可能となる。

【0073】一方、図23は、このままでは試験不可能な場合である。すなわち、被試験パッド i および j が共に同じ透明導電膜パターン(51)の直下に位置しており、このままでは、給電用パスと検出用パスを分離して形成することができない。このような場合の対処方法として

は、被試験パッドの組み合わせを予め検索し、別の試験データとしてファイルに記憶しておき、通常の試験が可能なパッドの組み合わせを全て終了した後に、図23に示すように回路配線基板9をY方向に移動することが有効である。具体的に、図23では、透明導電膜パターンのピッチ P の $1/2$ だけ移動させた例を点線で示す。こうすると、被試験パッド i, j は、必ず、透明導電膜パターンの直下ではなくなり、これまで述べてきた通常の方法で試験が可能となる。

10 【0074】図24および図25は本発明の第3の形態における回路配線基板の検査処理の一例を示すフローチャートである。まず、回路配線基板の検査処理が開始されると、被試験パッド(i, j)の y 座標(y_i, y_j)をチェックし、これら2つが共に同一の透明導電膜パターン直下になるか否かを判定する。すなわち、ステップST1において、 $Y_{ku} \leq y_i \leq Y_{kl}$ 、且つ、 $Y_{ku} \leq y_j \leq Y_{kl}$; $k=1, 2, \dots, N$ が成立するかどうかを判別し、成立する場合にはステップST3に進み、成立しない場合にはステップST2に進む。

20 【0075】ステップST3では、第2の試験対象パッドデータファイル213に対して(i, j)を登録してステップST4に進む。一方、ステップST2では、第1の試験対象パッドデータファイル212に対して(i, j)を登録してステップST4に進む。ステップST4では、全ての(i, j)が完了したかどうかを判別し、完了していないと判別されればステップST1に戻り、完了していると判別されればステップST5に進む。ここで、ステップST4において、試験すべき全ての組み合わせが予め設定されることになる。

30 【0076】次に、測定・試験処理が行われるが、まず、ステップST5において、第1の試験パッドデータファイル212から順次パッド(i, j)に関する試験データ(パッドの座標データ等)を読み出し、先に述べた方法で試験を実行する。すなわち、ステップST6において、第1および第2の矩形形状の光導電シート励起用光ビーム301,302の位置決め、並びに、第1および第2のレーザパルス10,20の位置決めを行って、ステップST7に進む。ステップST7では、被試験パッド i, j 間の抵抗測定(試験)を行って、ステップST8において、その試験結果を記憶する。さらに、ステップST9に進んで、第1の試験パッドデータファイル212の全てのパッド(i, j)が完了したかどうかを判別し、完了していないと判別されればステップST5に戻り、逆に、完了したと判別されるとステップST10に進む。

40 【0077】ステップST10では、前述した測定不能の場合(図23参照)に対処するために、回路基板の y ステージを透明導電膜パターンのピッチの $1/2$ ($=P/2$)だけ移動し、さらに、ステップST11において、第2の試験パッドデータファイル213中のパッドの y 座標データに全て $P/2$ だけ加算・変更する。そして、ステッ

ブST12NIにおいて、第2の試験パッドデータファイル213からパッド(i, j)の座標データを読み出し、ステップST13に進む。ステップST13では、第1および第2の矩形形状の光導電シート励起用光ビーム301, 302の位置決め、並びに、第1および第2のレーザパルス10, 20の位置決めを行って、ステップST14に進む。ステップST14において、被試験パッドi, j間の抵抗測定(試験)を行い、さらに、ステップST15に進んで、その試験結果を記憶する。さらに、ステップST6に進んで、第2の試験パッドデータファイル213の全てのパッド(i, j)が完了したかどうかを判別し、完了していないと判別されればステップST12に戻り、逆に、完了したと判別されると回路配線基板の検査処理を終了する。

【0078】このように、本発明の第3の形態によれば、光導電膜(光導電シート)平面上に、櫛形構造の透明導電膜パターン2つを互いに交互に並ぶように設け、一方の周辺部には給電用パッドを、他方には検出用パッドを形成し、この給電/検出パッドと基板上の被試験パッドまでの導電経路(パス)を上記透明導電膜パターンと任意に位置決め可能な矩形光ビームによる光導電効果により電気的制御で自由に変更できるように形成する。そして、給電/検出用パスと一定間隔をもって対向される被試験パッド間の導通をパルスレーザ照射(レーザ・プラズマ・スイッチ)により行うことによって、レーザ照射時の給電パッドと検出パッド間の抵抗を瞬時的に測定することにより2つの被試験パッド間の抵抗を算出することができる。

【0079】次に、本発明に係る回路配線基板の検査装置の第4の形態に付いて図面を参照しながら詳細に説明する。即ち、上記した本発明に係る回路配線基板の検査装置に於ける第1から第3の形態に於いては、該第1及び第2の導電性パスを形成する該導電性パス形成手段192は、光導電性部材から構成された薄膜に、適宜のパターンを有するマスクを使用するか、液晶シャッターを用いて適宜のパターンを形成させた後、光導電性部材励起手段196の光源から適宜の光エネルギーを照射して、当該光導電性薄膜に、所定のパターンを持つ導電性パスを形成させるものである。

【0080】然しながら、係る方法に於いては、上記した様な、所定の導電性パスを、別途に形成させる必要があり、その為に、マスク或いは、液晶シャッターと該液晶シャッター駆動手段とを用意する必要があると共に、当該所定のパターンを有する導電性パスを形成する為の時間を必要とする等、コストアップに繋がる要因となっていた。

【0081】本発明に係る第4の形態に於いては、係る問題を解決して、簡易な構成を有する導電性パス形成手段を採用して、更に効率的で、高速に当該回路配線基板の検査を実行しうる回路配線基板の検査装置を提供するものである。即ち、本発明に係る第4の形態の回路配線

基板の検査装置は、配線パターン及び複数のパッドを有するネット群を多数備え回路配線基板を検査する回路配線基板の検査装置であって、該検査装置は、当該回路配線基板を保持する基板保持手段、該基板保持手段に保持されている該回路配線基板と所定の間隔を隔てて配置されており、且つ当該回路配線基板に設けられている配線部に於ける全ての被試験パッド位置が含まれる領域と対向する位置に設けられた導電領域部からなり、当該導電領域部は、複数の互いに電気的に分離された導電領域で構成され、該導電領域部の少なくとも一部の導電領域が、第1の電源と接続され、他の導電領域の一部が、該第1の電源より低電位の電源電圧を有する第2の電源と接続される様に構成された、所定被試験パッド位置と該電源との間に導電性パスを形成する導電性パス形成手段を有する、該回路配線基板の電気的特性検出手段、及び選択された少なくとも2個の被試験パッドと該導電領域との間の空間部にレーザを照射して、該空間部に導電性を付与するレーザプラズマスイッチ制御手段、とから構成されたものであり、更に、該電気的特性検出手段は、該導電性パスに接続された電気的特性値サンプリング手段を有する回路配線基板の検査装置である。

【0082】つまり、本発明に係る第4の形態に於ける回路配線基板の検査装置に於いては、基本的な構成は、前記した第1～第3の形態の回路配線基板の検査装置と略同一であるが、導電性パス形成手段192の構成が異なるものである。即ち、本形態に於いては、該導電性パス形成手段192は、予め導電性を有する面状の導電領域部からなる部材を使用するものであって、前記第1～第3の形態に於ける様に、個別に所定のパターンを持つ導電性パスを形成する事はなく、当該面状の導電領域部そのものを導電性パスとして使用するものである。

【0083】従って、当該導電領域部は、検査使用とする回路配線基板の全体を略被覆するに十分な面積を持った平面形態を有する部材である事が必要となる。更に、本形態に於ける該導電性パス形成手段の該導電領域部は、少なくとも2つの、電気的に分離された複数の導電領域群から構成されているものであり、それぞれの導電領域間の分離状態は、特に特定されるものではないが、例えば、スリットで分離されたもので有っても良く、或いは当該導電領域が、光導電性部材で構成されている場合には、光遮蔽材で分離されたもので有っても良い。

【0084】図26(A)～(D)は、本発明に係る第4の形態の回路配線基板の検査装置で使用される該導電性パス形成手段192の構成の概略を説明する図であり、図中、当該導電領域部が、スリットで互いに分離された2個の導電領域から構成されている場合の例を示すものである。

【0085】即ち、図26(A)～(D)には、図1に示される本発明に係る回路配線基板の検査装置の第1の

10

20

30

40

50

形態の基本構成を有する、配線パターン及び複数のパッドを有するネット群を多数備え回路配線基板を検査する回路配線基板の検査装置であって、該回路配線基板の電気的特性検出手段193は、該基板保持手段191に保持されている該回路配線基板9と所定の間隔を隔てて配置されており、且つ当該回路配線基板9に設けられている、一つの配線部Aに於ける第1の被試験パッドINの配置位置と対応する位置S1と、第1の電源V1との間の導電性を確保する第1の導電領域261と、当該回路配線基板9に設けられている、他の配線部Bに於ける第2の被試験パッドOUTの配置位置と対応する位置S2と、第2の電源V2との間の導電性を確保する該第1の導電領域261からスリット263により互いに分離されている第2の導電領域262とが設けられている導電性バス形成手段192を有するものである。

【0086】その他の構成は、図1と同様であるが、当該導電領域部が、予め導電性を有する部材で構成されている場合には、図1に示す様な光導電性部材励起手段3は、不要であり、単にレーザを発生手段と当該レーザ偏向手段とを含むレーザプラズマスイッチ制御手段1、2が設けられるものである。係る場合には、当該導電領域261及び262は、何れも該レーザビームが透過する部材で構成されている事が必要となる。

【0087】一方、当該導電領域部が、光導電性部材から構成されている場合には、図1の構成と同様、光導電性部材励起手段3及びレーザプラズマスイッチ制御手段1、2が設けられる必要がある。更に本発明の第4の形態について詳述するならば、図26(A)～(D)において、ガラス板264の片面に、中央の微小なスリット263で2つに分離されたそれぞれ周辺部に給電パッド265および検出パッド266を有する透明導電膜269を設けたテストヘッドである導電領域261、262を、透明導電膜側が被試験基板9と向かい合い、かつ所定のギャップを保つように基板9上に配置し、一方の導電膜267からなる第1の導電領域261には第1の電圧源V₁を接続し、他方の導電膜267からなる第2の導電領域を262には電流検出器268を介して第2の電圧源V₂と接続し、このテストヘッド261、262をスリット263と直角方向に機械的に移動することにより、任意の2つの被試験パッドA、Bを、一方は第1の電源印加された第1の導電領域261の下に、又他方を電流検出器268に接続された第2の導電領域262の下に位置決めすることにより、任意のパッドA、B上までの給電バスまたは検出バスを形成する技術と、これらの給電/検出バスと一定間隔をもって対向される被試験パッド間P₁、P₂の導通をパルスレーザ照射により実現できるレーザ・プラズマ・スイッチとを組み合わせ、レーザ照射時の給電パッドと検出パッド間の抵抗を瞬時的に測定することにより2つの被試験パッド間の抵抗を算出することを可能としたものである。

【0088】図26(A)～(D)に、かかる第4の形態の検査装置の原理的な構成を示す。回路配線基板の一例としてはその部分の断面図である26(D)も示す。この例では、第1の被試験パッドiを含むネットAと第2の被試験パッドjを含むネットBの2つが示されており、図26(D)には導通試験の対象とする欠陥(導通不良欠陥)D₁および絶縁試験の対象とする欠陥(絶縁不良欠陥)D₂の例も示す。

【0089】図26(A)(B)は正面図又図26

(C)(D)は断面図であり、基板9上にはネットA～D、被測定パッドE1～E8まで例示してある。被試験基板9の2倍のサイズのガラス板264の下面に、中央のスリット部263で2分割された透明導電膜がコートされた導電領域261と262からなる導電領域部が設けられ、これがギャップ数μm～数10μmにおいて基板9上に配置されている。左側の導電膜(第1の導電領域)261は給電用パッド265を介して電圧源V₁に接続され、右側の導電膜(第2の導電領域)262は検出用パッド266を介して電流検出器268を介して第2の電源V₂であるGNDに接続されている。

【0090】ここで、パルスレーザ光10、20がネットA内の被試験パッドi即ちE1とネットB内のパッドj即ちE4に同時に照射されると、第1の導電領域261とパッドi間および第2の導電領域262とパッドj間のギャップP₁、P₂にレーザにより励起されたプラズマ(●で図示)の作用により、各導電領域261、262と各パッド(i、j)との間のそれぞれが瞬時的に導通し、結果として給電用パッド265からパッドi、パッドjを経て検出用パッド266間の電気的経路が構成される。この状態では、給電用パッドに接続された電圧源V₁からパッドiを通りパッドjを経て検出用パッド266から接地電位V₂(GND)に流れ込む電流は、パッドiとパッドj間の抵抗(この場合絶縁抵抗)に依存する。したがって、前記形態と同様レーザパルス照射時もしくは僅かに後の或るタイミングで出力電流を測定することにより、給電パッドと検出パッド間の抵抗R_{mes}が求まり、このR_{mes}から導電領域261と262の抵抗であるR_{in}、R_{out}とレーザ・プラズマ・スイッチのON抵抗R_{LPS}の2倍を差し引けば被試験パッド間の絶縁抵抗R_{ij}を次式で求めることができる。

【0091】 $R_{ij} = R_{mes} - R_{in} - R_{out} - 2 \times R_{LPS}$
尚R_{LPS}はプラズマスイッチのON抵抗である。図27に、以上の動作を拡大断面図として模式的に示す。尚、本発明の上記第4の形態における、測定動作原理は図4に示す波形にもとずく動作と同一の動作を示すものであり又、本形態における等価回路図を図5に示す等価回路と同一であるので、ここではその説明を省略する。

【0092】次に本発明に係る第4の形態の回路配線基板の検査装置を使用した具体的な検査方法を説明する。

即ち、本具体例は、レーザ・プラズマ・スイッチの上記

従来技術とスリット部で電気的に分割された少くとも2つの導電膜コートを含む導電領域からなるテストヘッドを基板9上に移動することにより、2つの導電領域261、262の下に位置するパッドの組み合わせを任意に選択する技術を組み合わせたものであり、その結果、図27に示すように非接触で閉回路を構成することが可能となり抵抗の高速、高精度測定を実現するものである。

【0093】前記した第1～第3の形態においては、所定のパッドi、j間の絶縁抵抗を検査する場合には、予め、所定のマスクを用いたり、液晶シャッター等を用いて、所定のパターンの導電パスが光導電性部材からなる光電膜に形成されるよう光エネルギーを光電膜に照射するものである。つまりこれ等の形態においては、第1の電源V₁と第1の被試験パッドiとの間及び第2の電源V₂と第2の被試験パッドjとの間に、個別に、任意のパターンを有する導電性パスを形成する必要がある。このため、装置全体として複雑となりコスト高となることは勿論、かかる個別の導電性パスを形成させるための工程が必要となると同時にそのための操作時間も必要となるため高連化の弊害となっていた。

【0094】更にこれらの具体例においては、個別に形成される導電性パスの長さや幅、形状が必ずしも同一とはならず測定する毎に、そのたびに形成される新たな導電性パスについてその抵抗値を測定しなければならず、又同じ形状に作成したとしても、抵抗値のパラツキが生ずるおそれもあり、その確認も必要となる等、余分な処理操作を行うことになり、操作効率を向上させることが難しいという問題があった。

【0095】その為、本具体例に於いては、所定の被試験パッドの組を選択して測定する毎に、導電性パスを形成個別に形成する操作をやめ、予め定められた所定の抵抗値を有する複数の導電領域261、262からなる導電領域部270を設け、当該各導電領域を導電性パスと見なす様に構成するものである。しかも、本具体例に於いては、複数の導電領域を、スリット、或いは光遮蔽部材を用いて形成された分離部分263により互いに電気的に分離された構成となし、当該分離部分263を挟んで一方の該導電領域261で被覆される領域に、絶縁抵抗を測定すべき2個の被試験パッドの組の一方の被試験パッドiを選択的に配置される様に設定し、当該2個の被試験パッドの組の他方の被試験パッドjを当該分離部分263を挟んで配置されている他方の該導電領域262で被覆される領域に、選択的に配置される様に設定するものである。

【0096】そして、係る関係に或る一つ若しくは複数の被試験パッドの組に付いて、後述する絶縁抵抗を測定する操作が終了すると、該導電領域部270を該回路配線基板9の表面に沿って並行に移動させて、未だ絶縁抵抗を測定していない被試験パッドの組を選び出して、上記と同様の被試験パッドと該分離部分263との位置

関係を設定して当該被試験パッド間の絶縁抵抗を測定する様にするものである。

【0097】その為、該導電領域部270は、該導電領域部に設けられた該分離部分263と直交する方向に、当該回路配線基板9の表面に沿って当該回路配線基板9と相対的に移動しうる様に構成されている事が望ましい。更に、本具体例に於いては、前記した、当該分離部分263の一方方向での移動では、検査出来ない被試験パッドの組が当然発生するので、係る被試験パッドの組の絶縁抵抗を測定する為、当該導電領域部270及び該回路配線基板9の少なくとも一方は、他方の平面と並行に配列された状態を維持しながら少なくとも90度回転しうる様に構成されている事が好ましい。

【0098】次に図26(A)～(D)と図27を参照しながら本具体例の検査方法の具体例を説明する。図28には、テストヘッド270のスリット部263の移動により基板9全面の被試験パッドの全ての組み合わせについて試験できるようすを示す。まず図28(A)に示すような縦方向の2つの導電領域261、262間のスリット部263がある場合からスタートする。被試験パッド(iまたはj)はE1～E6までとして、各導電領域にある給電パッドや検出パッドおよびレーザなどは省略されている。この基板9のパッドのピッチの最小デザインルールがPであるとする、スリット263の位置kは基板横方向を $\Delta = P/2$ の単位で分割し、左から順にk1～k9と設定する。まずk=1に位置決めすると、スリット263でパッド群は2つに区別され、左側のパッドE1、E2と右側のパッドE3～E6間の組み合わせが試験可能となる。図28(B)の表に示すように、i=1(つまりパッドE1)に対し、j=3～6、i=2に対し、j=3～6間の試験を行っていく。次にk=3に設定したときには、パッド3、4が右側の領域から左側の領域に移るため、新たにi=3、4とj=5、6の組み合わせの試験が可能になる。このような手順を繰り返しk=9までスリットが移動すると、次にはパッド1、2や3、4のようにスリットの方向と同じ方向にならないパッドの組み合わせの試験が必要となる。

【0099】そこで、次に図28(C)のようにスリット263を90度回転し、今度は横スリットで同様な試験を進める。ただし、この場合には、さきの縦スリットで試験出来なかった組のものだけやればよいので、図28(B)の表に示すようなスリット位置とパッドの組み合わせの試験となる。この場合、スリット移動は機械的に行うので、やや時間を要すが、一次元の移動を2回行うことで済むので、フライングプローバのような2次元移動に比べればはるかに単時間ですむ。

【0100】例えば、基板サイズAを100mm、被試験パッドの最小ピッチPを0.04mm、導電領域部(ヘッド)の1回の移動距離を $P/2$ として0.02mm、又導電領域部の移動時間を0.2Sとするとステージの移動

回数の最大値を10000回とした時の所要時間は約3分となる。図29に本具体例を示す。

【0101】テストヘッドである導電性バス形成手段192としては、透明導電膜271、272（例えばITO膜）がコートされたガラス板273で、ITO膜は中央のスリット部263で2分割されたものを用い、これが、図中で左右方向に可動なテストヘッドステージ274に搭載されている。さらにこのテストヘッドステージ274は、90°方向変更が可能な回転ステージ275に載っている。すなわち、スリット部263の移動は、

【0102】スリット部263の幅は、できる限り小さいのが望ましいが、被試験パッドの最小ピッチPの1/10～1/20で5μm以下程度が適当である。また、スリットの移動制御はここでは、最も単純な固定ギザミで順次ステップ移動制御とする。この場合のスリット部263の移動ギザミは、P/2程度が目安となる。テストヘッド部左右の両端には給電用、検出パッドがあり、ここを介して第1および第2の透明導電膜からなる導電領域261、262に電圧源内および電流検出器268が接続される。

【0103】被試験基板9は絶縁シート276をはさみ基板ステージ191に搭載され、テストヘッド192下の所定部に配置される。このとき、基板9とテストヘッドを構成する導電性バス形成手段192の下面との間隔（ギャップ）P₁、P₂は、空間分解能の確保およびプラズマスイッチON抵抗低減のためには小さい程良く、一方、基板の表面の凹凸によるプラズマスイッチON抵抗のばらつきの低減のためには大きいほど良い。基板の凹凸が数μm程度とするとこれが真のギャップ量の10%以下のばらつきとするにはギャップ量は数10μm以上となる。また数10μmサイズのパッドの測定のためには、ギャップ量はやはり数10μm以上とすることはできない。この結果、ギャップ量は数10μmとする（典型値としては30μm）。

【0104】図29に示すように、2つのパルスレーザ光10、20は2つのレーザ光源1、2から同時に発生され、テストヘッド192の上方に設けられたレーザ偏向系11、12により、テストヘッド192の全面にわたり位置決め照射できるようにされている。レーザの発生タイミングは制御部277からの指令に基づきタイミング制御部278により制御される。また、タイミング制御回路278は、レーザ発生トリガ信号に対し一定の遅延をうけたトリガ信号をA/D変換器279に送出し、検出電流信号の特定の瞬間の値をデジタルデータとして制御部277にとりこむようにされている。

【0105】制御部277には、被試験パッドの組み合わせ(i, j)およびそれらの座標データが格納記憶されている2つの試験パッドデータファイル280、28

1が設けられ、ここから読みだされるデータに基づき、レーザ偏向系282～285が制御され、パルスレーザ光が試験対照のパッドi, jに照射される。なお、試験データファイル280、281は、あらかじめ試験すべきパッドに関する情報が格納されるだけでなく、後の試験シーケンスで述べる前処理結果の格納のためにも用いられる。

【0106】尚図29中基板9の配線設計データを記憶したデータファイル286を併用することも出来る。

又、本具体例に於いては、前記した様に、テストヘッドを形成する該導電性バス形成手段192を該回路配線基板9の表面に対して平行に、相対的に移動させたり、回転させたりするものであって、その為に、図29の例に於いては、該導電性バス形成手段192は、当該導電性バス形成手段192を該回路配線基板9の表面に対して平行な、水平方向に移動しえる水平方向移動ステージ274と該水平方向移動ステージ274を回転自在に保持し所定の信号に応答して、少なくとも該導電性バス形成手段192を、該回路配線基板9に対して90度回転させる為の回転ステージ275に取りつけられている例が示されている。

【0107】本具体例に於いては、当該水平方向移動ステージ274は、水平方向移動用モータ290が、水平方向移動用モータ制御回路288の出力信号に응答して所定の距離を移動する様に構成されている。一方、前記回転ステージ275は、ステージ回転用モータ291により、回転用モータ制御回路287の出力信号に응答して所定の角度回転しうる様に構成されている。

【0108】尚、本具体例において、基板9も移動させる必要がある場合には、基板ステージ制御回路289を駆動させて、適宜の移動手段を介して該基板ステージ、即ち基板保持手段191を所定の方向に所定の距離だけ移動させる様に構成されていても良い。尚、図中、293は、本具体例に於ける当該回路配線基板の検査装置のフレームである。

【0109】以下、絶縁試験の場合を例にとって測定の基本動作（パッドi, j間の抵抗測定）を説明する。図29において、基板ステージ191および上方のレーザ系1～2は同一の架台293に固定されており、被試験基板9は内部に絶縁シート276が敷かれたケース294内に設置し、ケース294ごと本試験装置の基板ステージ191に搭載される。まず、レーザ偏向座標系1、2と基板9の座標系との位置合わせがまず行われる（手段については省略）。次に、テストヘッドステージ274によりスリット部263が最初の位置に移動、設定され、試験パッドデータファイル280、281から読みだされたパッド(i, j)の座標値に基づき、第1、第2のレーザ位置制御部283、284により、第1のレーザ光10がパッドiに、第2のレーザ光20がパッドjに位置決めされる。その後、タイミング制御部278

から第1, 第2のレーザパルス10, 20の発生を制御するパルス信号が282, 285から送出され、給電バス(給電用パッド265から第1の導電領域261)とパッドi間、およびパッドjと検出バス(第2の導電領域262から検出用パッド266)間が一定時間導通状態となる。この時間は、通常数100 μ sから1ms程度である。

【0110】この後、レーザ照射タイミングから約0.5ms後にタイミング制御部より送出されるサンプリングトリガ信号を用いてA/D変換部279で出力電流値がデジタルデータに変換され制御部277に結果が送信される。制御部277では、この測定値より、パッドiとパッドj間の抵抗を算出する。この際には、給電バス検出バスの抵抗値分を補正するため、導電領域270の各経路長が算出される。

【0111】以上の説明で対象とした絶縁試験の場合、ここまでの動作によりパッドi, j間の絶縁試験が完了する。この動作シーケンスを図30に模式的に示す。このシーケンスの概略サイクルは、1組のパッド間抵抗測定に1~2msとなる。パッドiに対し絶縁試験対象のパッド全ての試験を完了したら、第1のレーザを次のパッドi+1に移して同様なシーケンスを繰り返す。

【0112】なお、本実施例では、レーザ光学系にはレンズが図示されていないが、必要に応じてスキャンレンズなどレンズを挿入しても差し支えない。以上、本具体例の基本的な動作を説明したが、実際には、図31に示すような、複雑かつ稠密にパッド配置された基板の試験するためには、スリット位置とそのとき対象となる被試験パッドの組み合わせについて前処理が必要になる。前処理には、①縦方向のスリットでは原理的に不可能なパッドの組み合わせの抽出処理と、②スリット位置座標毎に試験対象となるパッドの組み合わせの抽出処理である。

【0113】図31に示す基板の8個のパッドを例にして図33~図35を参照しつつ説明する。図31で、点線の正方形は基板のパッドの最小ピッチPを示し、実線の正方形はパッドのサイズSを示す。S/Pは当然1より小であり、普通0.6程度である。したがって、点線の正方形が重なるような配置がないことを意味する。先ず、上記した①の処理は、すべての組み合わせ(i, j)のx座標の差の絶対値が最小ピッチPより大きい場合には、すべて縦スリットで試験可能である。また、逆に差の絶対値が最小ピッチPより小の場合、必ず(i, j)のy座標の差の絶対値の方はP以上となるのは図31より分かる。図33では、この処理により縦スリットで試験可能なパッドの組み合わせをデータファイル280に、横スリットでの試験が必要なパッドの組み合わせをデータファイル281に格納記憶するようにされている。図31の例について実際に行った結果を図32の表に示す。

【0114】上記した本具体例に於ける操作手順を図3

3から図35を参照しながら説明する。図33~図35に於いて、先ずデータの前処理操作が行われるが、スタート後ステップ(1)に於いて一組の被試験パッド(i, j)のX座標(x_i, x_j)を測定し、ステップ(2)に於いて、その差x_i-x_jの絶対値が被試験パッドの最小ピッチP以下であるか否かが判断され、NOであれば、ステップ(3)に進んで、当該被試験パッドの組(i, j)を、第1の被試験パッドデータファイル280に格納しておく、一方、ステップ(2)でYESであれば、ステップ(4)に進んで、該x_i-x_jの絶対値が被試験パッドの最小ピッチPに等しいか否かが判断され、YESであれば、ステップ(5)に進んで当該一組の被試験パッド(i, j)のY座標(y_i, y_j)を測定し、その差y_i-y_jの絶対値が被試験パッドの最小ピッチP以下であるか否かが判断され、YESであれば、ステップ(3)に戻り、又NOであればステップ(6)に進んで、当該被試験パッドの組(i, j)を、第2の被試験パッドデータファイル281に格納しておき、後工程に於いて、当該スリットを縦に回転させて再度測定する場合に使用しえる様にする。

【0115】一方、ステップ(4)に於いてNOであれば、直接ステップ(6)に進んで上記操作を実行する。その後、ステップ(7)に移り、全ての被試験パッドの組合せに付いて、座標の確認が完了したか否かが判断され、NOであれば、ステップ(2)に戻って、上記各工程が繰り返され、YESであれば、ステップ(8)に進み、絶縁抵抗、断線等の電気的特性検出操作に移行する。

【0116】つまり、ステップ(7)までの操作に於いては、当該回路配線基板9に設けられている配線間の電気的特性を測定する場合に、縦方向に設けられた例えばスリットのみでその測定操作を実行しえるか、当該スリットを回転させて横方向にしたスリットで更に同様の測定操作を実行する必要があるか否かを判断しているものである。

【0117】尚、ステップ(7)に於いては、試験すべき被試験パッドの組(i, j)については、予め定められている場合が多い。次いで、ステップ(8)以降に於いては、前記試験の為の当該スリット座標を演算する為の操作手順を示すものであり、ステップ(8)に於いては、前記した第1の被試験パッドデータファイル280に格納されている被試験パッドの組(i, j)のデータを読出し、ステップ(9)に於いて、該被試験パッドの組(i, j)のX座標(x_i, x_j)の内から、座標値の小さい方を選択してx_sとする。

【0118】次いで、ステップ(10)に進み、 $P/4(2n-1) < x_s < P/4(2n+1)$ 、n=1, 2, 3, ...

の式を満たすnを求め、スリット座標kx=n+1として前記データファイルに追加格納する。その後ステップ

(11)に於いて、全ての被試験パッドの組合せに付いて、座標に対する該スリットの座標 k_x が設定されたか否かが判断され、NOであれば、ステップ(9)に戻って、上記各工程が繰り返され、YESであれば、ステップ(12)に進み、横方向に回転した当該スリットに付いても同様の操作を実行する。

【0119】つまり、ステップ(12)に於いては、前記した第2の被試験パッドデータファイル281に格納されている被試験パッドの組(i, j)のデータを読み出し、ステップ(13)に於いて、該被試験パッドの組(i, j)のY座標(y_i, y_j)の内から、座標値の小さい方を選択して y_s とする。次いで、ステップ(14)に進み、 $P/4(2n-1) < y_s < P/4(2n-1)$ 、 $n=1, 2, 3, \dots$

の式を満たす n を求め、スリット座標 $k_y = n+1$ として前記データファイルに追加格納する。

【0120】その後ステップ(15)に於いて、全ての被試験パッドの組合せに付いて、座標に対する該スリットの座標 k_y が設定されたか否かが判断され、NOであれば、ステップ(13)に戻って、上記各工程が繰り返され、YESであれば、ステップ(16)以降に進み、実際の例えば絶縁抵抗の測定を実行する操作を行う事になる。

【0121】即ち、ステップ(16)に於いては、第1の被試験パッドデータファイル280に格納されている被試験パッドの組のそれぞれに付いてのデータを読み出し、ステップ(17)に於いて、全てのスリット座標データの読み出しが終了したか否かが判断され、NOであれば、ステップ(18)に進んで、スリット座標 k_x を設定し、ステップ(19)に於いてスリットを所定の座標値迄移動させて静定させる。

【0122】その後ステップ(20)に於いて、レーザー光1、2の照射位置を決定し、ステップ(21)に於いて、当該被試験パッドの組の間の抵抗を測定する。ステップ(22)では、その測定結果を所定の記憶手段に記憶させ、ステップ(23)に於いて、全ての被試験パッドの組に付いて測定が完了したか否かが判断され、NOであれば、ステップ(20)に戻って、上記各工程が繰り返され、YESであれば、ステップ(17)に戻って、上記各工程が繰り返さる事になる。

【0123】一方、ステップ(17)に於いてYESである場合には、ステップ(24)に進み、当該スリットを90度回転させ、ステップ(25)に進んで、前記第2の被試験パッドデータファイル281に格納されている被試験パッドの組(i, j)のそれぞれに付いてのデータを読み出し、ステップ(26)に於いて、YESであれば、全てのスリット座標データに付いての測定が完了した事になるので、当該操作は完了してENDとなる。

【0124】又、ステップ(26)でNOである場合に

は、ステップ(27)に進み、スリット座標 k_y を設定し、ステップ(28)に於いてスリットを所定の座標値迄移動させて静定させる。その後ステップ(29)に於いて、レーザー光1、2の照射位置を決定し、ステップ(30)に於いて、当該被試験パッドの組の間の抵抗を測定する。

【0125】ステップ(31)では、その測定結果を所定の記憶手段に記憶させ、ステップ(32)に於いて、スリットの座標値 k_y に対応する全ての被試験パッドの組に付いて測定が完了したか否かが判断され、NOであれば、ステップ(29)に戻って、上記各工程が繰り返され、YESであれば、当該操作は完了してENDとなる。横方向に回転した当該スリットに付いても同様の操作を実行する。絶縁抵抗、断線等の電気的特性検出操作に移行する。

【0126】上記本発明に係る回路配線基板の検査装置の操作に於いて、被試験パッドの組合せ及び縦スリット若しくは横スリットに対応する該被試験パッドの組の例を図32(A)及び図32(B)に示しておく。次に、上記②の処理について、再び図31の例で説明する。通常、基板上のパッド配置のデザインルールは、最小ピッチとは別に、その絶対位置自身にはほとんど制約がない(もしくは、 $1\mu\text{m}$ オーダーと非常に細かい)。したがって、厳密には、パッド1個1個の左端にスリット部を位置決めして試験しなければならないことになる。しかし、このようにするとスリットステージの移動回数が膨大になり、レーザーによる試験の高速性のメリットが失われてしまうし、実際には、かなり多くのパッドが1つのスリット位置で同時に試験可能となることが予想される。

【0127】そこで、本実施例では、図36、37による検討から、スリットステージ移動のキザミを最小パッドピッチ P の $1/2$ とした。図36は、 x 方向にパッド配置が連続的に変化する場合の、試験に用いる最適なスリット位置を示したものである。点線の四角はパッドのピッチを模式的に示したものであり、対応するスリット位置を○または●付の縦棒で示す。この結果より、スリット座標の単位を $P/2$ としたとき、最大で $P/4$ の部分がスリット部を越えて他方の導電領域にはみだす程度となることが分かる。(図37参照)。これはまた、パッドのはみ出しにして約8%にすぎないことを意味し(S/P (space/pitch)の比が0.6の場合)、このことからスリットのきざみを $P/2$ とした。

【0128】図37から与えられたパッド座標 x に対する最適なスリット座標を求める処理は図33及び図34におけるステップ8～ステップ15に示されている。ここでまず、縦スリットによる試験パッドの組み合わせに対し、スリット座標(単位: $P/2$)を求め、再びデータファイルに格納記憶する。次に横スリットによる試験パッドの組み合わせについても同様に行う。

【0129】実際には、図32に示すように、各スリット座標において試験対象となったパッドの組み合わせという形式で格納されるのが、後の測定では便利である。以下、実際の測定、試験を行うシーケンスフローは前記した図33～図35に示すように、まず第1の試験データファイル280からパッド組み合わせ(i, j)を読み出し、対応するスリット座標にしたがってスリット図の移動を行う。その後、レーザ光をパッドi, jにそれぞれ位置決めし、パルスレーザ照射、電流検出によりパッド間抵抗値を求め、導通または絶縁の良否を判定し、結果を記録する。同じスリット位置での試験対象パッドがなくなるまで繰り返した後、次のスリット座標に移動する。同様な手順をくりかえした後、横スリットによる測定に移る。

【0130】以上説明した具体例では、1次元のテストヘッド移動を2回行うこととするため、2次元のプロープ機械的移動を行うフライングプローバよりもはるかに少ないステージ移動時間で試験が可能である。例えば、100mm口の基板でパッド最小ピッチ $P=40\mu\text{m}$ 、ステージの1単位移動に要する時間を0.2秒とすると、ステージ移動回数は最大10,000回で時間は約30分となる。さらに、パッド配置の粗密がある場合には、固定キザミでスリット位置を決める代わりに可変キザミで設定できるようにすれば、さらにステージ移動回数を減らすことも可能である。

【0131】図38(A)は本発明に係る第5の形態の具体例である。先の具体例では、それでもスリットステージの移動回数および時間が数10分オーダーとなりやや大きいといえる。本実施例では、さらにスリット移動回数を低減できる。本具体例では、テストヘッド192の導電領域は2本のスリット部351, 352により3分割353, 354, 355されており、それぞれには給電、検出両用のパッド356, 357, 358が設けられている。さらにこれらの両用パッドと電圧源 V_1 および電流検出器268の接続を任意に可変するためのリレー回路361およびリレー制御部360が新たに設けられている。テストヘッド全体に最低限必要な実質導電領域の大きさ $G \times H$ は、基板のサイズをAとすると次の式で与えられる。この例の場合導電領域の数 $N=3$ で、 $G=1.5A$ となる。

【0132】 $G=NA/(N-1)$

$H=A$

又図38(B)は上記本具体例の断面図である。図39は本発明の第5の形態における具体例による動作シーケンスを示す。基板9全体に分布した図39(A)のパッド配置例で説明する。テストヘッドの移動キザミは簡単のためパッドのピッチPとして説明する。まず、スリット座標 $k=1$ のとき試験対象となるパッドは、①=PS(電圧源接続)、②=③=CD(電流検出器接続)とすると、 $i=1$ に対し $j=2\sim 8$ となるがさらに、ここで

②=PS、①=③=CDと切り換えると、 $i=2\sim 5$ 、 j は6～8の12通りの試験が1つのスリット座標で可能となる。(図39(B)参照)。結局、スリット移動量は、最大でも1つの透明導電膜領域の長さ g だけの第4の形態の具体例より1/2ですみ、移動回数も1/2となる。

【0133】さらに、透明導電膜の分割数を多くすることにより、ステージ移動回数の減少および、テストヘッドの小型化が可能となる。例えば $N=11$ とすると、ステージ移動回数は実施例1の1/10となる。先に述べた数値例では、移動回数=1000回、移動時間=3分となり効果は大きい。図40は、本発明の第6の形態における具体例であり、テストヘッドの導電領域を分離する手段をスリット以外のもので構成した例を示す。つまりテストヘッドは光導電膜362がコートされたガラス板363とこの上面に細い幅の線状の光遮蔽パターン364が形成されたガラス板365が積み重ねた構造であり、これらの上から均一の平行光で照射されている。照明光は光導電を誘起するのに好適な0.5～1 μm の波長となる。このようにすると、光導電膜には、光遮蔽パターンによる影でできた非照明部ができ、ここをスリット部と同じ作用をする分離部を有する光導電領域270ができる。ここで、光遮蔽パターンのあるガラス板の水平方向に移動することにより、スリット部の移動が実現できる。

【0134】かかる本発明の第4と第5の形態による具体例においては、前記した第1～第3の形態の具体例と同様にレーザプローブは10数 μm に絞るのは容易で、プラズマスイッチの空間分解能としては被測定のパッドと導電性パス間のギャップ長とほぼ同程度の値が期待できるので、従来の多数点コンタクトプローブでは、検査が困難であった数10 μm サイズのパッドの絶縁試験が可能になる。

【0135】従来の2点ないし4点式のプロープでは、2次元的なステージ移動が全てに必要であり、検査時間は、少なくとも数100ms/1組のパッドであったが、本発明では数ms/1組のパッドおよび1次元のステージ移動となり、100mm口、パッド最小ピッチ40 μm 、で1000パッドある基板内のすべての組み合わせを試験する場合を例にとると、従来方式では40時間程度かかるのに対し、1時間(実施例1)～30分(実施例2)と少なくとも40分の1に短縮することができる。

【0136】ただし、従来のプローブ方式の測定速度を0.3s/1組測定とし、本発明によるステージ移動時間を0.2s/単位ステップ、測定速度を3ms/1組測定として概算したものである。本発明に係る上記した第4と第5の形態に於ける具体例に於いても、該電気的特性検出手段は、該レーザプラズマスイッチ制御手段が駆動され、該空間部が導通状態になった後、所定の時間

経過後に、該電氣的特性値サンプリング手段を駆動させて、該導電領域を含む導電性パスに於ける電氣的特性値を検出する様に構成されている事が望ましい。

【0137】本発明に於ける上記第4と第5の形態に於いては、前記した様に、当該分離部を一方に移動させながら、当該回路配線基板上に配置されている配線群の各端部に設けられたパッドの内から、当該分離部を挟んで配置されている2個の被試験パッドの組の全てを検出して、その全ての組の被試験パッド間の電氣的特性を検出する様に構成するものであって、更に当該分離部を一方に移動させながら被試験パッドの組として検出出来なかった被試験パッドの組のアドレスを適宜の記憶手段に記憶させる様に構成し、且つ被試験パッドの組として検出出来なかった被試験パッドの組が、少なくとも一組存在する場合には、当該分離部を一方に移動させた後、該導電領域を90度回転させた後、該導電領域を当該分離部と直角の方向に再び移動させる様に構成し、当該分離部を該方向に移動させながら、当該被試験パッドの組として検出出来なかった被試験パッドの組から、当該分離部を挟んで配置されている2個の被試験パッドの組の全てを検出して、その組の被試験パッド間の電氣的特性を検出する様に構成されているものである。

【0138】上記した本発明に係る第4の形態及び第5の形態の検査装置について、その構成をまとめると、次のようになる。即ち、金属配線パターンと複数のパッドからなるネットを多数有する回路配線基板（以下単に基板とする）のネット間の絶縁およびネット内のパッド間の導通を試験する装置において、一方の表面スリット部で互いに電氣的に絶縁された少なくとも2つの導電領域からなり、それぞれの導電領域上に少なくとも1個の金属パッド（給電用パッドと検出用パッド）を有する1枚の透明板（テストヘッドと称する）を、被試験基板上に2つの導電領域を有する面が基板に対し向き合いかつ所定のギャップを保つように搭載され、前記テストヘッドの導電領域を透過可能な波長の2つ（給電用と検出用）のレーザ光発生手段、および基板と反対側から該レーザ光を独立な位置に収束、偏向、照射する手段と給電用パッドと検出用パッド間の抵抗を測定する手段とを有し、給電用と検出用の2つのレーザ光を、前記テストヘッドの2つの導電領域下にそれぞれ位置する2つの被試験パッド上に位置決め照射し、その際のレーザ誘起プラズマの効果による気体の導通現象（レーザ・プラズマ・スイッチ）を利用することにより、該テストヘッドの給電用パッドと一方の被試験パッド間および検出用パッドと他方の被試験パッド間の電氣的な接続を得るようになり、給電パッドと検出パッド間の抵抗測定値に基づき2つの被試験パッド間の導通あるいは絶縁の良／不良を判定するようになしたことを特徴とする回路配線基板の試験装置である。

【0139】更に上記の構成において、給電パッドと検

出パッド間の抵抗を測定する手段は、給電パッドに一定電圧を印加する手段および検出パッドから接地電位に対し流出される出力電流を検出する手段、もしくは給電パッドに交流信号（正弦波またはパルス波）を印加する手段および検出パッドから接地電位に対し流出される出力電流波形の振幅を検出する手段を設け、入力電圧又は入力電圧波形の電圧振幅と出力電流又は出力電流波形振幅の検出値の比より算出するようになした基板の試験装置である。

10 【0140】尚上記の具体例において導電領域を光導電材料からなる膜体で形成する場合には、ガラス板等の透明支持体の表面で試験すべき回路基板側に光導電膜を設けたものであり、透明板直上（基板と反対側）に微細な幅をもつ直線状（ストライプ状）光遮蔽体が設けられ、さらに該遮蔽体と直交する水平方向に移動せしめる手段が設けられ、前記テストヘッド上方に、光導電膜全面を均一照射する平行光（波長：0.5～1μm）照射手段を設け、光遮蔽体によりテストヘッドの光導電膜上に少なくとも2つの分離した光照射領域が形成されるようになしたものであってもよい。

20 【0141】又、上記の各具体例における電氣的特性の測定に際して、第1および第2の被試験パッドの両者がともにテストヘッドの基板に対する相対的平行移動のみでは、同一の導電領域下にしか位置決めできない場合（例：2つの試験パッドを結ぶ直線方向がスリット部の方向と一致している場合）を測定試験動作を開始する前に抽出し、これらのパッドの組み合わせ番号（i, j）とその位置座標等を第2の被試験パッドデータファイルに登録記憶し、それ以外の被試験パッドの組み合わせ番号（i, j）とその位置座標等を第1の被試験パッドデータファイルに登録記憶した後に、第1の被試験パッドデータファイルから読みだした位置座標データ等に基づきここに登録された全ての被試験パッドの組み合わせについて、2つのレーザ照射による被試験パッドへの電圧印加、電流検出、抵抗測定および2つの導電領域間のスリット部移動を繰り返して試験を行い、次に、基板またはテストヘッド（スリット部）を90度回転するとともに、基板の回転を行う場合には第2のパッドデータファイルに登録された被試験パッド座標データまたはレーザ光偏向座標系を90度回転、更新してから第2のパッドデータファイルから読みだしたパッド位置座標データ等に基づき同様な試験をここに登録された全ての被試験パッドの組み合わせについて行うようになしたものである。

50 【0142】更に上記の構成においてテストヘッドに設けられた少なくとも3つの導電領域内の給電用または検出用パッドと、抵抗測定用の電圧源および電流検出器との接続を任意に変更制御する手段を設けたものであってもよい。一方、テストヘッドの1つの導電領域の長さg（スリット部と直交方向）、幅H（スリット部と同方

向) およびテストヘッド全体の長さGは少なくとも次式で与えられるものである。

$$【0143】 g \geq A / (N - 1)$$

$$H \geq A$$

$$G \geq N \times g = N \times A / (N - 1)$$

ここで、Aは被試験基板のサイズ(正方形の場合)、Nは導電領域の数(N=2, 3, ...)である。

【0144】上記具体例においては、テストヘッドの互いに電氣的に絶縁された少なくとも3つの導電領域のうち1つ(第1の領域)のみ電圧源(または電流検出器)に接続し、他の全ての導電領域(その他の領域)を電流検出器(または電圧源)に接続するように制御した後、第1の領域下にある被試験パッドとその他の領域下にある被試験パッドの組み合わせにのうち試験すべきすべての組み合わせについて導通または絶縁試験を行い、その後第2の導電領域に電圧源(または電流検出器)を、他のすべての領域に電流検出器(または電圧源)を接続するように変更した後、第2の領域下にある被試験パッドとその他の領域下にある被試験パッドの組み合わせのうち試験すべきすべての組み合わせについて導通または絶縁試験を行い、この測定試験動作を全ての領域の組み合わせで電圧印加、電流検出を行うまで繰り返す。

【0145】次に、テストヘッドを所定量だけ基板に対し水平でかつスリット部と直角方向に相対移動し、これにより新たに生じる各導電領域下の被試験パッドの組み合わせのうち、試験すべきすべての組み合わせについて導通または絶縁試験を行う。上記一連の試験動作を繰り返し、テストヘッドの基板に対する相対移動量が、導電領域の長さgと等しくなるまで繰り返し、基板全面の試験すべきすべての被試験パッド間の組み合わせについて導通または絶縁試験を完了するようにして所定の電氣的特性を検査測定するものである。

【0146】上記の具体例において、ある組み合わせの被試験パッドの両者がともにテストヘッドの基板に対する相対平行移動のみでは、同一の導電領域下にしか位置決めできない場合(例: 2つの試験パッドを結ぶ直線の方がスリット部の方向と一致している場合)を測定試験動作前にあらかじめ抽出し、これらのパッドの組み合わせ番号(i, j)とその位置座標等を第2の被試験パッドデータファイルに登録記憶し、それ以外の被試験パッドの組み合わせ番号(i, j)とその位置座標等を第1の被試験パッドデータファイルに登録記憶した後に、第1の被試験パッドデータファイルから読みだした位置座標データ等に基づきここに登録された全ての被試験パッドの組み合わせについて、2つのレーザ照射による被試験パッドへの電圧印加、電流検出、抵抗測定およびテストヘッドスリット部の移動をその移動量が個々の導電領域の長さgと等しくなるまで繰り返して試験を行い、次に、基板またはテストヘッド(スリット部)を90度回転するとともに、第2パッドデータファイルに登録さ

れた被試験パッド座標データまたはレーザ光偏向座標系を90度回転、更新してから第2のパッドデータファイルから読みだしたパッド位置座標データ等に基づき同様な試験をここに登録された全ての被試験パッドの組み合わせについて行うようにしたものであってもよい。

【0147】つまり、上記具体例におけるテストヘッドのスリット部の移動は、被試験基板のパッドの最小ピッチPの $1/n$ ($n=1$ または2または3...)のギザミで、順次ステップ移動制御されるか、もしくは、あらかじめ、全パッドの座標値を検索し、パッド上にスリット部が重ならないよう計算された移動位置に基づいて制御されるようにしたものである。

【0148】本発明において使用される2つのレーザ光発生手段は、

- ・ 2つの独立したパルスレーザ光源もしくは
- ・ 1つのパルスレーザ光源からのレーザ光をビームスプリッタで2つに分割することで発生させるようにしたものであることが好ましく、そのレーザ光は、波長1~2 μ mのパルスレーザ光であることが好ましい。

【0149】次に、本発明に係る回路配線基板の検査装置の第6の形態に付いて図面を参照しながら詳細に説明する。即ち、上記した本発明に係る第1から第5の形態に於ける回路配線基板の検査装置に有っては、何れも被試験パッドが、回路配線基板9の一方の主面にのみ存在している場合について配慮されたものであり、該回路配線基板9の同一の面に配置された配線群に於ける端部のパッド間の絶縁抵抗、配線破断等を抵抗値、電流値或いは電圧値を、当該測定導電通路を介してながれる電流或いは電圧を利用して測定する様にしたものである。

【0150】然しながら、係る回路配線基板9に於いては、当該基板の両面に所定の回路配線が形成されているものも少なくなく、今後、回路の集積性を向上し、又当該基板をアセンブリする場合の配線接続等を考慮すると、基板の両面に所定の回路配線が設けられた回路配線基板が多数使用される可能性が多く、その場合に、前記した各形態の具体例では、被試験パッド間の電氣的特性を効率的に、且つ短時間で測定検出する事が困難である。

【0151】その為、本具体例に於いては、上記した両面に所定の回路配線が設けられた回路配線基板に於ける電氣的特性を容易に且つ効率的に測定する事の出来る回路配線基板の検査装置を提供するものである。本具体例に於ける回路配線基板の検査装置の基本的な構成は、図1に示す様な構成を有するものであるが、他の形態との相違は、本具体例では、当該回路配線基板9の両面に、被試験パッドが存在する為、前記した導電性バス形成手段或いはレーザプラズマスイッチ制御手段等が何れも該回路配線基板9の両面に個別に配置形成されているものである。

【0152】図41は、本発明に係る第6の形態に於け

る具体例の構成を示す断面図であって、図中、配線パターン及び複数のパッドを有するネット群を多数備え回路配線基板を検査する回路配線基板の検査装置であって、該検査装置は、当該回路配線基板を保持する基板保持手段191、該基板保持手段191に保持されている該回路配線基板9と所定の間隔を隔てて当該回路配線基板9の両面に配置されており、且つ当該回路配線基板9の一面H1に設けられている、一つの配線部に於ける第1の被試験パッドi位置と対応する位置S1と、第1の電源V1との間に第1の導電性パス391を形成する第1の導電性パス形成手段394と、当該回路配線基板9の他面H2に設けられている、前記第1の被試験パッドiが含まれる配線部と同一若しくは異なる配線部に於ける第2の被試験パッドj位置と対応する位置S2と、該第1の電源V1より電位が低い第2の電源GNDとの間に第2の導電性パス392を形成する第2の導電性パス形成手段395を有する、該回路配線基板の電気的特性検出手段393、及び該第1の被試験パッドiと該第1の導電性パス391との間の第1の空間部P1及び該第2の被試験パッドjと該第2の導電性パス392との間の第2の空間部P2にレーザ10、20を照射して、該第1と第2の空間部P1、P2に導電性を付与するレーザプラズマスイッチ制御手段395、とから構成されたものであり、更に、該電気的特性検出手段は396、該第1と第2の導電性パス391、392の何れか一方に接続された電気的特性値サンプリング手段197を有する回路配線基板の検査装置が示されている。

【0153】即ち、本具体例の構成をより詳細に説明するならば、2枚のガラス板397、398のそれぞれの片面に、それぞれ周辺部に給電パッド401または検出パッド402を有する透明導電膜403を設けた2つのテストヘッド404、405を、透明導電膜401側が被試験基板9と向かい合い、かつ所定のギャップを保つように基板の表面と裏面に配置し、一方のテストヘッド404の導電膜上の給電パッド401には電圧源V₁を接続し、他方のテストヘッド405の導電膜上の検出パッド402には電流検出器197を接続し、これらのテストヘッドの内側に位置する基板9の被試験パッドi、j直近までの導電膜403、406を給電パス391または検出パス392として利用し、これらの給電/検出パスと一定間隔をもって対向される被試験パッド間の導通をパルスレーザ照射によるレーザ・プラズマ・スイッチ技術により実現し、レーザ照射時の給電パッド401と検出パッド402間の抵抗を瞬時的に測定することにより2つの被試験パッドi、j間の抵抗を測定することを可能とした。

【0154】本具体例によれば、コンタクトプローブ不要、真空排気系不要、被試験パッドとテストヘッド（透明導電膜）との物理的な接触は不要で、かつ基本的には印加電源V₁から給電用パッド401、給電側透明導電

膜391、第1の被試験パッドi（例えば基板の裏面側）→第2の被試験パッドj（例えば基板の表面側）検出側透明導電膜392、検出用パッド402を経て接地電極GNDまでの閉回路が構成され、この時の印加電圧と流れる電流とから抵抗値を測定する方式であり、抵抗測定値はネットの静電容量には左右されないという利点がある。

【0155】測定に要する時間を左右するのは、レーザ・プラズマのスイッチング時間、レーザ位置の静定時間および検出信号のS/Nなどであるがレーザプラズマのスイッチング（スイッチのON継続時間）は10 μ sから長くて1ms、レーザ偏向の静定時間はおおよそ数100 μ sであることから、1組の被試験パッド間の抵抗測定は1～2ms程度と見積もられ、従来のコンタクトプローブ（フライングプローブ方式）の場合の0.5sに比べ、約1/200の検査時間の達成が期待できる。また、異なる品種の基板の試験も、試験治具の新たな製作は不要で、レーザの位置決めデータの変更により対応できるため、試験コストや工数の大幅な削減が可能である。

【0156】即ち、本発明に於ける第6の形態の具体例では、回路配線基板9の両面に配置形成された、複数の回路配線間の端部に形成された被試験パッド間の絶縁抵抗を測定する他、回路配線基板9を貫通して配線されている2つの被試験パッド間の断線状態を検出する事も出来る。図42は、本形態に於ける具体例の構成例を示す断面図であり、該第1及び第2の導電性パス391、392を形成する導電性パス形成手段393は、導電性部材で構成された、前記第4及び第5の形態で使用されている導電領域と同様の導電領域を有するものであり、更に当該導電領域は、何れも該レーザビームが透過しうる部材で構成されている事が望ましい。

【0157】更に、本具体例に於いては、該電気的特性検出手段396の該レーザプラズマ光源手段1、2及び該レーザプラズマ光源手段1、2を制御するレーザプラズマスイッチ制御手段410、411は、当該回路配線基板9の両面に配置されている事が望ましく、又、該電気的特性検出手段396の該レーザプラズマスイッチ制御手段410、411には、レーザビーム偏向手段11、12が含まれている事が好ましい。

【0158】又、本具体例に於いても、測定操作に於いては、前記した各形態での操作手順と同様に、該電気的特性検出手段396は、該レーザプラズマスイッチ制御手段410、411が駆動され、該空間部P1、P2が導通状態になった後、所定の時間経過後に、該電気的特性値サンプリング手段197を駆動させて、該導電領域を含む導電性パスに於ける電気的特性値を検出する様に構成されている事が望ましい。

【0159】又、本具体例に於いては、第1と第2の導電性パス391、392を形成する装置、構成は特に特

定されるものではないが、第1と第2の導電性パス391、392を形成する手段としては、何れも光エネルギーを受けて導電性となる光導電性部材で構成されているもので有っても良い。更に、本具体例に於ける該光導電性部材は、前記した第1から第3の形態で使用された構成を採用する事も可能である。

【0160】此处で、本発明に係る第6の形態での回路配線基板の検査装置の構成と操作方法に付いて、図41及び図42を参照しながら説明する。図41で本具体例の原理を説明する。ここでは、回路配線基板の表面の被試験パッドiと裏面の被試験パッドj間の抵抗 R_{ij} を測定する場合を示す。基板9の上下に、ガラス基板391、398に透明導電膜（例えばITO膜）403、406がコーティングされたテストヘッド404、405が基板9表面から数10 μ mの間隙をもって配置される。テストヘッド404、405には、透明導電膜403、406と電氣的接続がとられた給電用または検出用パッド401、402が形成されており、この場合、表面側の給電用パッド401には電圧源 V_1 が接続され、裏面側の検出用パッド402には電流検出器197を介してGNDに接続される。表面、裏面どちらを給電側、検出側として使用しても差し支えない。

【0161】ここで、パルスレーザ光10、20が表面の被試験パッドiと裏面の被試験パッドjに同時に照射されると、第1のテストヘッド404の導電膜403とパッドi間および第2のテストヘッド405の導電膜406とパッドj間のギャップにレーザにより励起されたプラズマ（●で図示）の作用により、各導電膜とパッド間が瞬時的に導通し、結果として給電用パッド401からパッドi、パッドjを経て検出用パッド402までの電氣的経路が構成される。この状態では、給電用パッドに接続された電圧源 V_1 からパッドiを通りパッドjを経て検出用パッド402から接地電位に流れ込む電流は、パッドiとパッドj間の抵抗 R_{ij} （絶縁試験の場合には絶縁抵抗であり、導通試験の場合には配線抵抗となる）に依存する。したがって、レーザパルス照射時もしくは僅かに後の或るタイミングで出力電流 I を測定することにより、給電パッドと検出パッド間の抵抗 R_{mes} が V/I により求められ、この R_{mes} から透明導電膜部の抵抗 R_{in} 、 R_{out} およびレーザ・プラズマ・スイッチのON抵抗 R_{LPS} の2倍を差し引けば被試験パッド間の絶縁抵抗 R_{ij} を次式により求めることができる。

【0162】 $R_{ij} = R_{mes} - R_{in} - R_{out} - 2 \times R_{LPS}$
尚、 R_{ij} ：被試験パッド(i, j)間の抵抗測定値
 R_{mes} ：給電パッドと検出パッド間の抵抗測定値
 R_{in} ：給電パッドからパッドi直上までの透明導電膜部の抵抗
 R_{out} ：給電パッドからパッドj直上までの透明導電膜部の抵抗
 R_{LPS} ：プラズマスイッチのON抵抗である。

【0163】本具体例は、レーザ・プラズマ・スイッチの上記従来技術を2枚の透明導電膜を設けたテストヘッドの一方から電圧を供給し、他方から出力電流を検出するようにして、この間に挟まれた基板両面間の導通、絶縁試験を可能にしたものであり、又図39、40示すように非接触で閉回路を構成して、導通、絶縁を試験するようにしたことが特長であり、抵抗の高速・高精度測定を実現するものである。

【0164】なお、本具体例では R_{in} 、 R_{out} は透明導電膜の単位長さあたりの抵抗値をあらかじめ実験で求めておき、被試験パッドの座標に基づき計算される給電パッド、検出パッドまでの経路長とから簡単に求まる。被試験パッド間の抵抗値測定精度は主として R_{in} 、 R_{out} 、 R_{LPS} のばらつきに左右されるが、上述したようにこれら全体の抵抗値はおおよそ10k Ω 程度となりばつきはその10%程度のおおよそ1k Ω と見積もられる。したがって、数10m Ω ～数100m Ω の精度で導通良否試験を行うには十分ではないが、k Ω 程度の判定レベルでの導通試験は可能である。また、絶縁良否試験の場合には全く十分な精度である。

【0165】又図42には、具体例の全体の構成が示されている。架台460には、2組のレーザパルス発生手段1、2（レーザ光源とレー偏向系）が設けられ、その中間地点に試験用ケース461内にテストヘッド404、405で挟まれた被試験基板9が搭載される。試験用ケース461には、裏面用のケースヘッド405と、数10 μ mの間隙を保つためのスペーサ462、被試験基板9、スペーサ463、表面用のテストヘッド404の順に組み込まれ、適度の圧力でカバー464が固定される。本具体例では、表面用のテストヘッド404を給電側、裏面用テストヘッド405を検出側としてそれぞれ給電用パッド、検出用パッドに電圧源、電流検出器が接続される。まず第1、第2のレーザ光10、20が制御部405からの指令の下に、被試験パッドi、j上に位置決めされ、次にタイミング制御部466からのトリガ信号によりレーザパルスがレーザ光パルス発生制御部410、411より発射される。タイミング制御部466は、この一定時間後（例0.5ms後）に、電流検出器197の出力をアナログデジタル変換するA/Dコンバータ467のサンプリング用ストローブを送出する。このAD変換結果のデータは制御部465にとりこまれ、抵抗の算出がなされ、導通または絶縁の良否判定が行われる。試験のシーケンスとしては、どちらか一方の面の被試験パッドiに対する他方の面の被試験パッドjの所定の組み合わせをすべて実施した後、最初の被試験パッドiを更新し、繰り返す方式とすれば、所定の組み合わせすべての試験を完了できる。

【0166】なお、本実施例では、レーザ光学系にはレンズが図示されていないが、被試験パッドのサイズから決まる必要なレーザプローブ径に応じてスキャンレンズ

などのレンズを挿入しても差し支えない。以上説明した実施例では、表面と裏面間の被試験パッドに関する限り、機械的な移動なしで、試験が可能である。

【0167】したがって、例えば、被試験パッドの組み合わせが2000×2000通りの導通、絶縁試験の場合、1組の試験が約3msで可能であるため、約3時間ですべての試験が完了できることになり、約1/160の時間短縮できることになる。又、レーザプローブは10数μmに絞るのは容易で、プラズマスイッチの空間分解能としては被測定パッドと導電性パス間のギャップ長とほぼ同程度の値が期待できるので、従来の多数点コンタクトプローブでは、検査が困難であった数10μmサイズのパッドの絶縁試験が可能になる。

【0168】従来の2点ないし4点式のプローブでは、2次元的なステージ移動（機械式移動）が全てに必要であり、検査時間は、少なくとも数100ms/1組のパッドであったが、本発明では、すべて、レーザの偏向により被試験パッドの選択を行うため、数ms/1組のパッドとなる。そのため、表面と裏面間の2000×2000組の被試験パッド間の測定、試験の場合、従来方式では550時間程度かかるのに対し、約3時間と約160分の1に試験時間を短縮することができる。ただし、従来のプローブ方式の測定速度を0.5s/1組測定とし、本発明による測定速度を3ms/1組測定として概算したものである。

【0169】本発明に係る第6の形態での検査装置の別の態様としては、例えば、配線パターンと複数のパッドからなるネットを多数有する回路配線基板のネット間の絶縁およびネット内のパッド間の導通を試験する装置において、片側表面が透明導電膜でコートされ、その導電膜上に少なくとも1個の金属パッド（給電用パッドまたは検出用パッド）が設けられた2枚の透明板からなるテストヘッドを、被試験基板の表の面と裏の面に導電膜面が基板に対し向き合いかつ所定のギャップを保つように搭載され、前記2つのテストヘッドの導電領域を透過可能な波長の2つ（給電用と検出用）のレーザ光発生手段、およびそれぞれのテストヘッドに関して基板と反対側から該レーザ光を独立な位置に収束、偏向、照射する手段と給電用パッドと検出用パッド間の抵抗を測定する手段とを有し、給電用と検出用の2つのレーザ光を、前記2つのテストヘッドの導電領域内側にそれぞれ位置する2つの被試験パッド上に位置決め照射し、その際のレーザ誘起プラズマの効果による気体の導通現象（レーザ・プラズマ・スイッチ）を利用することにより、該一方のテストヘッドの給電用パッドとその内側の被試験パッド間および他方のテストヘッドの検出用パッドとその内側の被試験パッド間の電気的な接続を得るようになり、給電パッドと検出パッド間の抵抗測定値に基づき2つの被試験パッド間の導通あるいは絶縁の良／不良を判定するようになったこと回路配線基板の試験装置である。

【0170】又、上記の構成において、給電パッドと検出パッド間の抵抗を測定する手段は、給電パッドに一定電圧を印加する手段および検出パッドから接地電位に対し流出される出力電流を検出する手段、もしくは給電パッドに交流信号（正弦波またはパルス波）を印加する手段および検出パッドから接地電位に対し流出される出力電流波形の振幅を検出する手段を設け、入力電圧又は入力電圧波形の電圧振幅と出力電流又は出力電流波形振幅の検出値の比より算出することが出来る。

【0171】更に上記の構成において、2つのレーザ光の偏向照射により、第1のテストヘッドの内側にある被試験パッドに対し、第2のテストヘッドの内側にある被試験パッドのすべての組み合わせを試験した後、前記第1のテストヘッドの内側にある被試験パッドを変更して、上記試験を繰り返すことにより、被試験基板の表面と裏面の被試験パッドの所定の組み合わせすべてについて導通または絶縁試験を完了するようにしたものである。

【0172】

【発明の効果】以上、詳述したように、本発明に係る回路配線基板の検査装置の第1の形態によれば、電気的にパターン形状を制御可能な光透過マスク板と2つのレーザ光を用いることによって、非接触で任意の被試験パッド間の導通／絶縁の良否試験を高速に行うことができる。さらに、本発明に係る回路配線基板の検査装置の第2の形態によれば、光導電膜の上に複数の透明導電膜パターンを全面に形成した光導電シートとすることにより、光導電パスの形成時の実質的な光導電パス長を短縮してオン抵抗を低減し、絶縁抵抗測定精度を向上させることができる。本発明に係る回路配線基板の検査装置の第3の形態によれば、光透過マスク板を不要とし、且つ、光導電パスの形成時の実質的な光導電パス長を短縮して、高速でしかも高精度で絶縁抵抗測定を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る回路配線基板の検査装置における第1の形態の原理構成を示す図である。

【図2】図1に示す回路配線基板の検査装置の動作を説明するための図（その1）である。

【図3】図1に示す回路配線基板の検査装置の動作を説明するための図（その2）である。

【図4】本発明の回路配線基板の検査装置における被試験パッド間抵抗の測定原理を説明するための図（その1）である。

【図5】本発明の回路配線基板の検査装置における被試験パッド間抵抗の測定原理を説明するための図（その2）である。

【図6】本発明の回路配線基板の検査装置における第1の形態の一実施例を示す図（その1）である。

【図7】本発明の回路配線基板の検査装置における第1

の形態の一実施例を示す図（その２）である。

【図 8】本発明の回路配線基板の検査装置における試験シーケンスの一例を示す波形図である。

【図 9】本発明に係る回路配線基板の検査装置における第 2 の形態の原理を説明するための図である。

【図 10】図 9 の一部を拡大して示す図である。

【図 11】本発明に係る回路配線基板の検査装置における第 2 の形態の一実施例としての透明導電膜のパターンを示す図である。

【図 12】図 11 の透明導電膜を使用した様子を示す図である。

【図 13】本発明に係る回路配線基板の検査装置における第 3 の形態の原理構成を示す図である。

【図 14】図 13 における回路配線基板の断面を示す図である。

【図 15】図 13 に示す回路配線基板の検査装置の動作を説明するための図である。

【図 16】本発明の回路配線基板の検査装置の第 3 の形態における被試験パッド間抵抗の測定原理を説明するための図（その 1）である。

【図 17】本発明の回路配線基板の検査装置の第 3 の形態における被試験パッド間抵抗の測定原理を説明するための図（その 2）である。

【図 18】本発明の回路配線基板の検査装置における第 3 の形態の一実施例を示す図（その 1）である。

【図 19】本発明の回路配線基板の検査装置における第 3 の形態の一実施例を示す図（その 2）である。

【図 20】図 18 および図 19 に示す実施例における光ビームの位置決め動作を説明するための図である。

【図 21】本発明の回路配線基板の検査装置の第 3 の形態における試験シーケンスの一例を示す波形図である。

【図 22】図 18 および図 19 に示す実施例における光ビームが不要な場合を説明するための図である。

【図 23】図 18 および図 19 に示す実施例において測定不可能な場合とそれに対する対処方法を説明するための図である。

【図 24】本発明の第 3 の形態における回路配線基板の検査処理の一例を示すフローチャート（その 1）である。

【図 25】本発明の第 3 の形態における回路配線基板の検査処理の一例を示すフローチャート（その 2）である。

【図 26】図 26（A）～（D）は、本発明に係る第 4 の形態に於ける回路配線基板の検査装置の構成の要部を示す図であり、図 26（A）は、本具体例に於ける回路配線基板の検査装置に於いて使用される導電性バス形成手段の構成の概略を示す平面図であり、図 26（B）は、図 26（A）に示された導電性バス形成手段を平行に移動させた状態を示す平面図である。又図 26

（C）及び図 26（D）は、本具体例に於ける回路配線

基板の検査装置に於いて使用される導電性バス形成手段の断面図である。

【図 27】図 27 は、本発明に係る第 4 の形態に於ける回路配線基板の検査装置の構成の要部を示すと同時に、その電気的特性の測定原理を説明する図である。

【図 28】図 28（A）及び図 28（C）は、本発明に係る第 4 の形態に於ける、導電性バス形成手段を用いて被試験パッド間の絶縁抵抗を測定する方法を説明する図であり、図 28（B）は、測定される被試験パッドの組のを示す表である。

【図 29】図 29 は、本発明に係る第 4 の形態に於ける回路配線基板の検査装置の全体の概略を示すブロックダイアグラムである。

【図 30】図 30 は、本発明に係る第 4 の形態に於ける回路配線基板の検査装置を用いて電気的特性を測定する場合の測定シーケンスを示すタイムチャートである。

【図 31】図 31 は、本発明に係る第 4 の形態に於ける回路配線基板の検査装置を用いて測定される回路配線基板の構成の例を示す平面図である。

【図 32】図 32（A）は、本発明に係る第 4 の形態に於ける回路配線基板の検査装置に於けるスリットの位置と被試験パッドの関係を示す表であり、図 32（B）は、測定されるべき回路配線基板に於ける被試験パッドの組とスリットの位置との関係を示す表である。

【図 33】図 33 は、本発明に係る第 4 の形態に於ける回路配線基板の検査装置を用いて回路配線基板の電気的特性を測定する場合の操作手順を説明するフローチャートである。

【図 34】図 34 は、本発明に係る第 4 の形態に於ける回路配線基板の検査装置を用いて回路配線基板の電気的特性を測定する場合の操作手順を説明するフローチャートである。

【図 35】図 35 は、本発明に係る第 4 の形態に於ける回路配線基板の検査装置を用いて回路配線基板の電気的特性を測定する場合の操作手順を説明するフローチャートである。

【図 36】図 36 は、本発明に係る第 4 の形態に於ける回路配線基板の検査装置を用いて電気的特性を検査するに際しての、被試験パッドの位置と最適スリット部の座標との関係を示す図である。

【図 37】図 37 は、本発明に係る第 4 の形態に於ける回路配線基板の検査装置を用いて電気的特性を検査するに際してスリットの移動範囲と被試験パッド間のピッチとの関係を説明する図である。

【図 38】図 38 は、本発明に係る第 5 の形態に於ける回路配線基板の検査装置の構成の要部を示す図であり、図 38（A）は、本具体例に於ける回路配線基板の検査装置に於いて使用される導電性バス形成手段の構成の概略を示す平面図であり、図 38（B）は、図 38（A）に示された導電性バス形成手段の断面図である。

【図39】図39(A)は、本発明に係る第5の形態に於ける回路配線基板の検査装置を用いて回路配線基板の電気的特性を測定する場合の当該導電性バス形成手段と回路配線基板との位置関係を示す平面図であり、図39(B)は、当該導電性バス形成手段の移動位置と給電/検出パッド及び被試験パッドとの関係を示す表である。

【図40】図40は、本発明に係る第5の形態に於ける回路配線基板の検査装置で用いられている導電性バス形成手段の他の構成の例を示す側面図である。

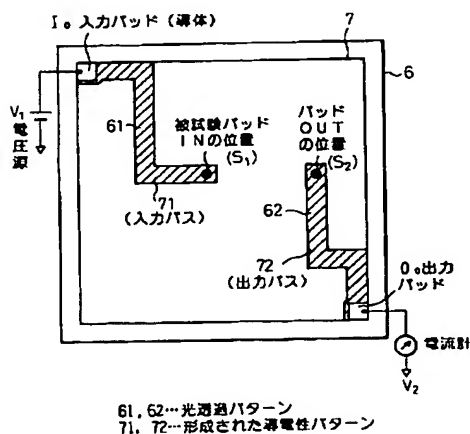
【図41】図41は、本発明に係る第6の形態に於ける回路配線基板の検査装置の構成の要部を示す断面図である。

【図42】図42は、本発明に係る第6の形態に於ける回路配線基板の検査装置の構成の全体の構成を示す側面図である。

【符号の説明】

- 1, 2…レーザ光源
- 10, 20…レーザ光（レーザパルス）
- 11, 21…レーザ光偏向ミラー（ガルバノミラー）
- 3…光導電シート励起用光源
- 4…スキャンレンズ
- 5…液晶マスク制御部
- 6…液晶マスク板（光選択透過マスク板）
- 7…光導電シート
- 9…回路配線基板（基板）
- 30…光導電シート励起用均一照明光
- 41…スキャンレンズの光軸

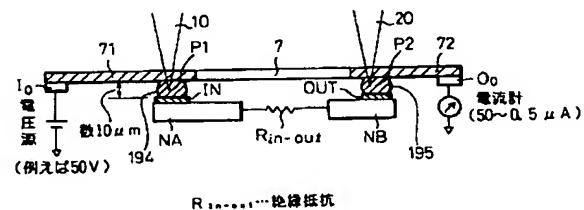
【図2】



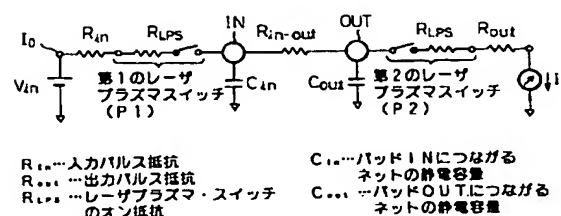
61, 62…光透過パターン
71, 72…形成された導電性パターン

- 51…第1の透明電極
- 52…第2の透明電極
- 81, 82…スペーサ
- 91…基板GND層
- 92…基板電源層
- 701…第1の導電性バス
- 702…第2の導電性バス
- 191…基板保持手段
- 192…導電性バス形成手段
- 193…電気的特性検出手段
- 194, 195…空間部
- 196…レーザプラズマスイッチ制御手段
- 261…第1の導電領域
- 262…第2の導電領域
- 263…分離部、スリット
- 265…給電パッド
- 266…検出用パッド
- 268…電流計
- 270…導電領域部
- D1…導通不良欠陥
- D2…絶縁不良欠陥
- P1, P2…レーザ光励起プラズマ（レーザプラズマ・スイッチオン部分）
- IN, OUT…被試験パッド
- i…第1の被試験パッド
- j…第2の被試験パッド
- NA, NB…ネット

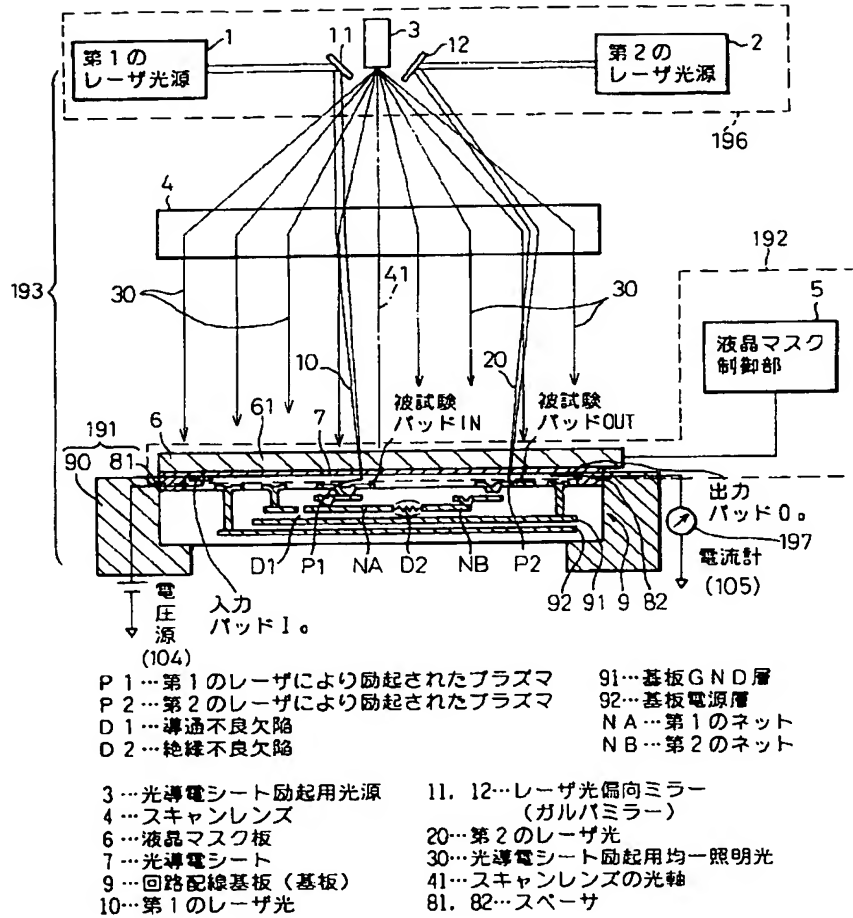
【図3】



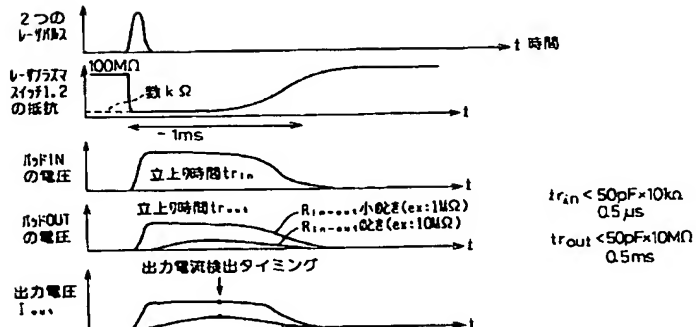
【図5】



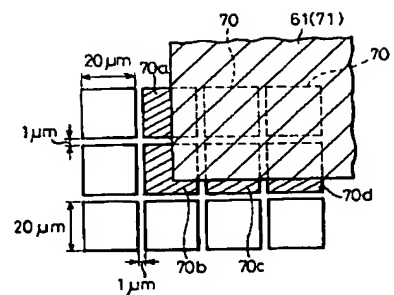
【図1】



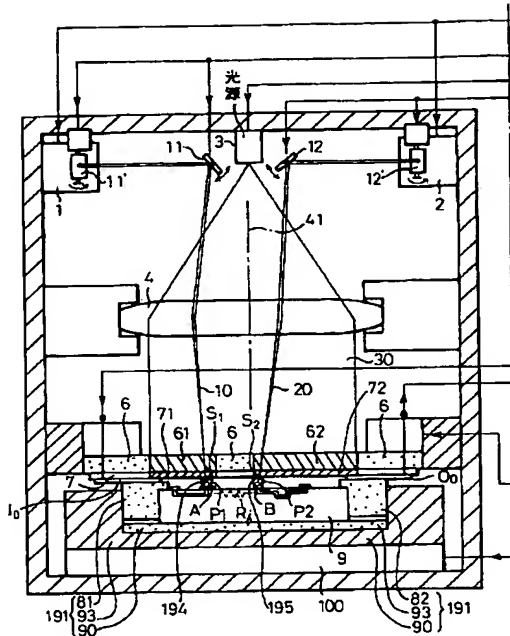
【図4】



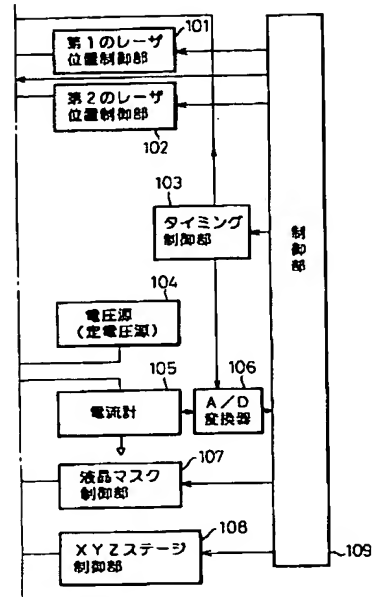
【図10】



【図6】

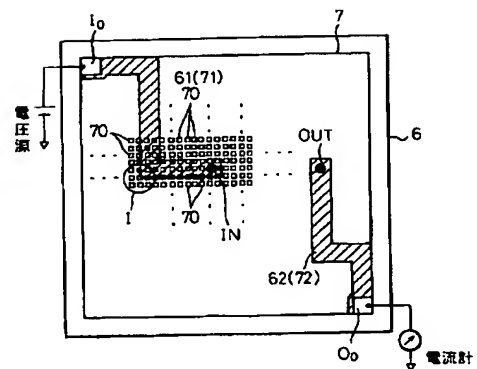
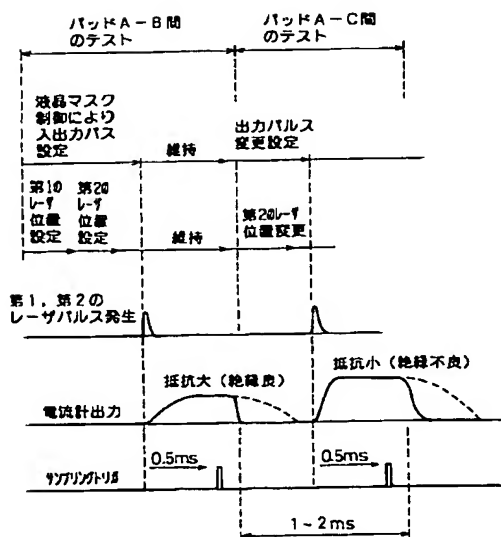


【図7】

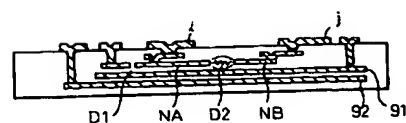


【図9】

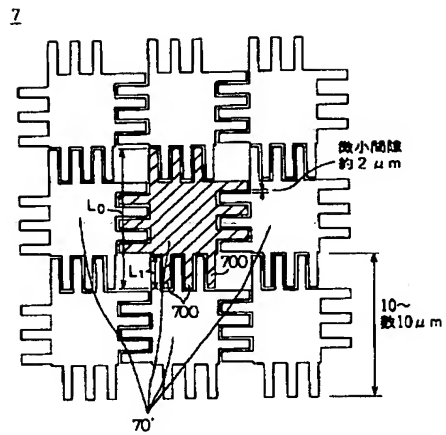
【図8】



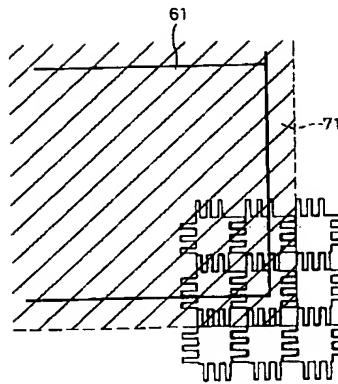
【図14】



【図 1 1】

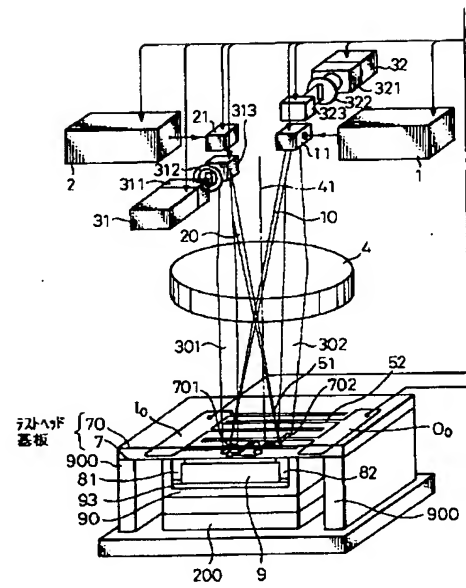
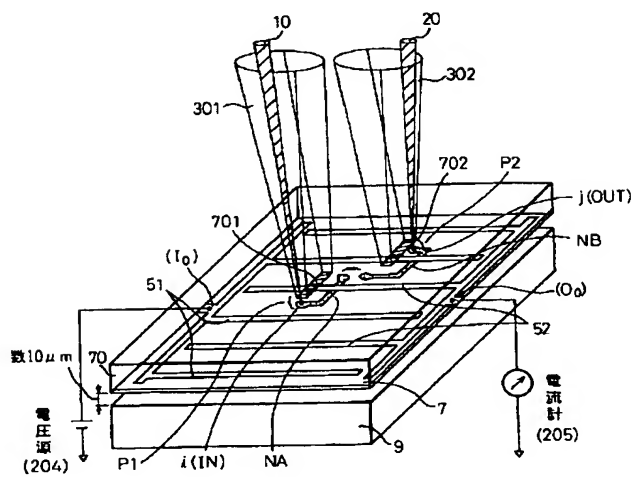


【图 1 2】

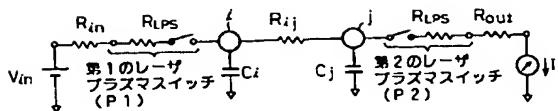


【図 18】

【図 13】



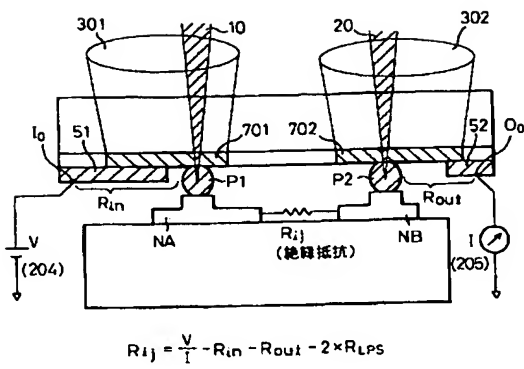
【图 1 7】



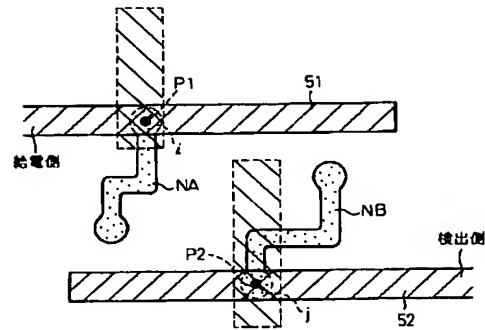
I_0 … 給電用バッド
 O … 検出用バッド
 R_{10} … 給電側バス抵抗
 R_{out} … 検出側バス抵抗
 R_{LPS} … レーザプラズマ・スイッチのオン抵抗

C_i …パッド i につながる
ネットの静電容量
C_j …パッド j につながる
ネットの静電容量

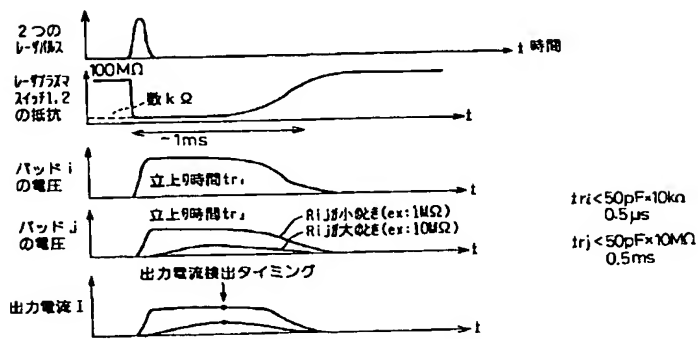
【図15】



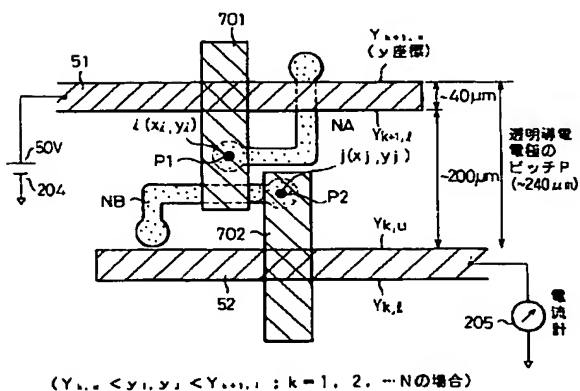
【図22】



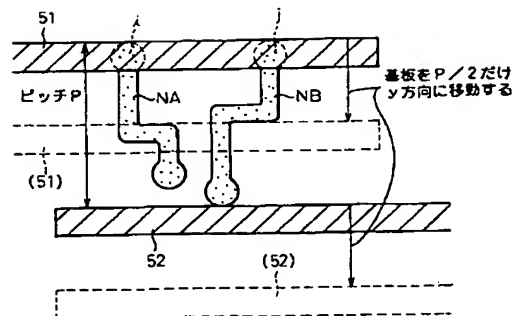
【図16】



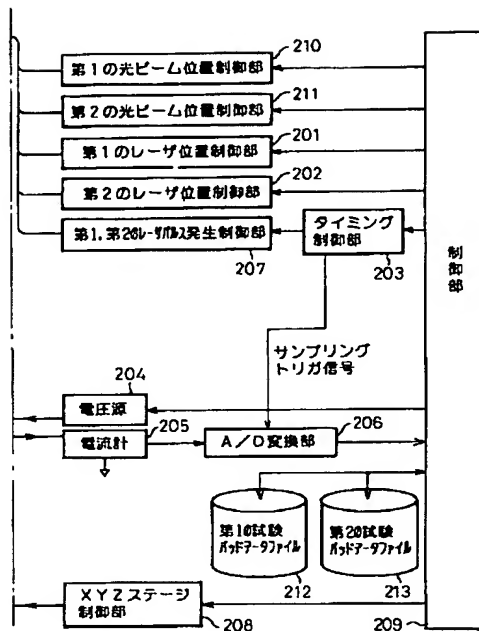
【図20】



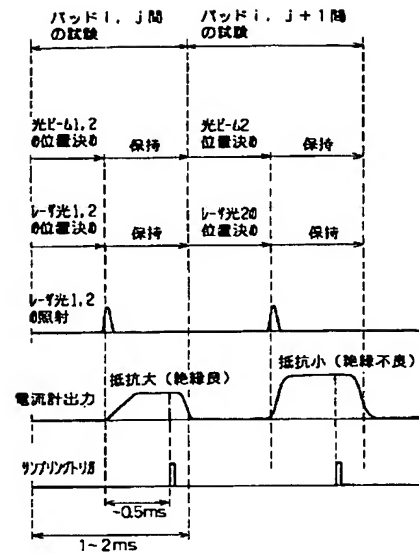
【図23】



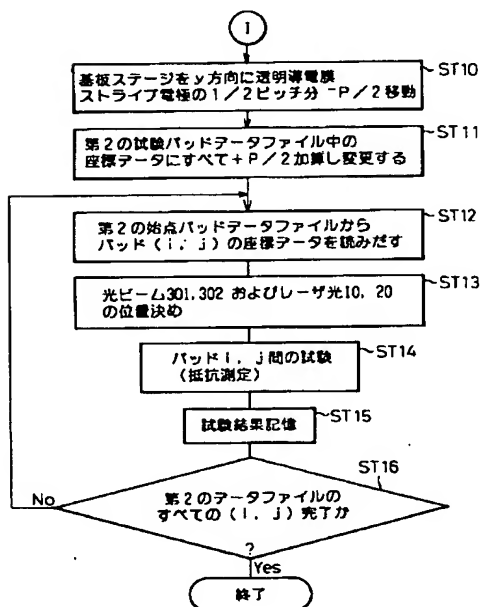
【図19】



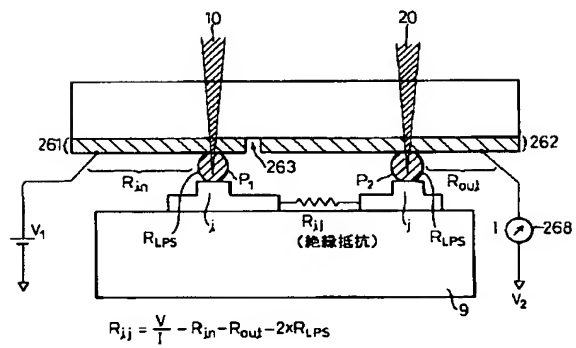
【図21】



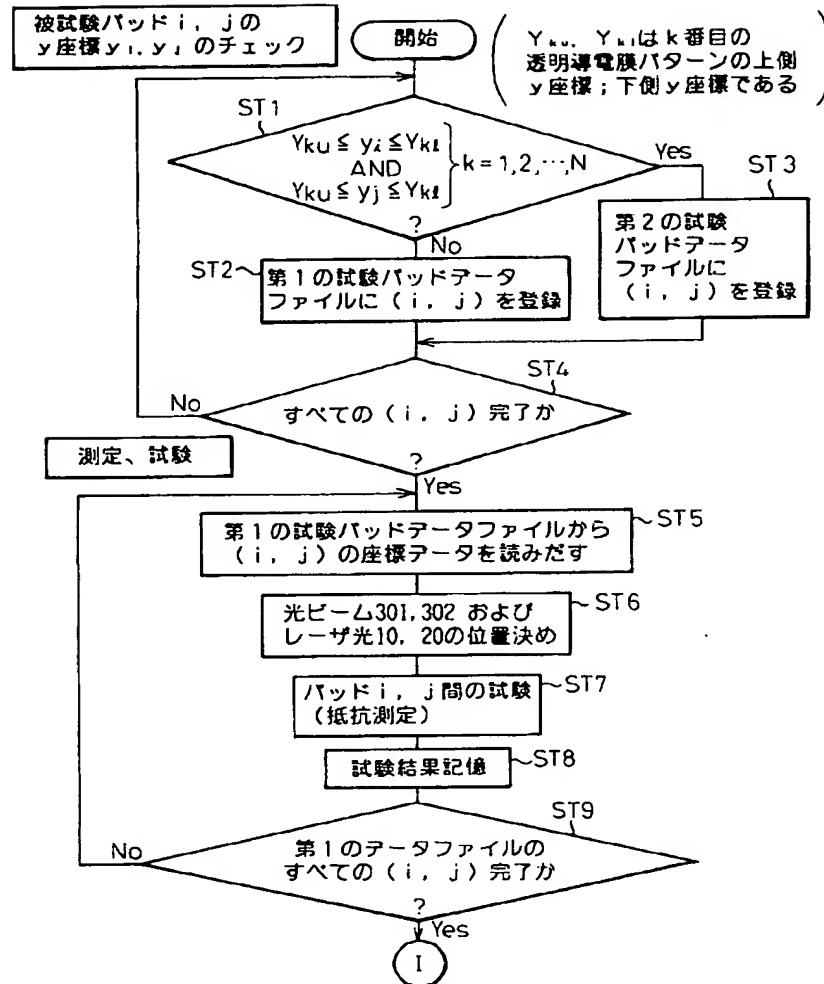
【図25】



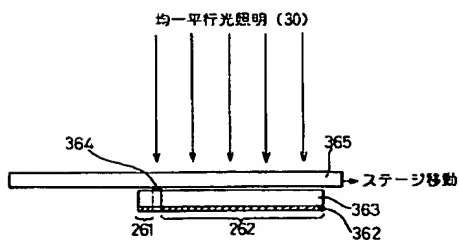
【図27】



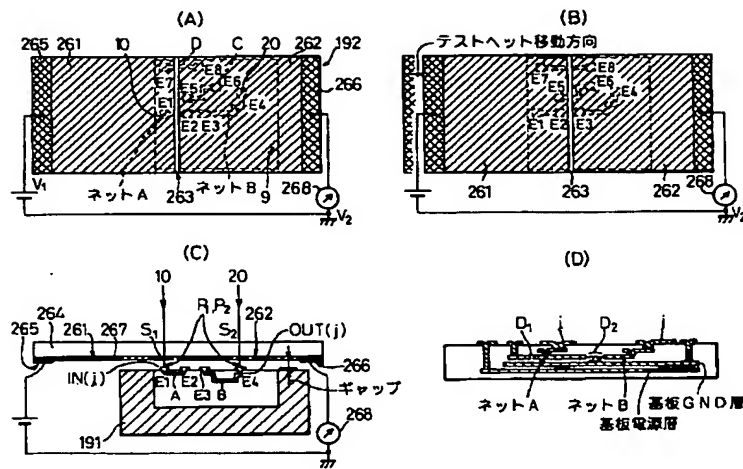
【図24】



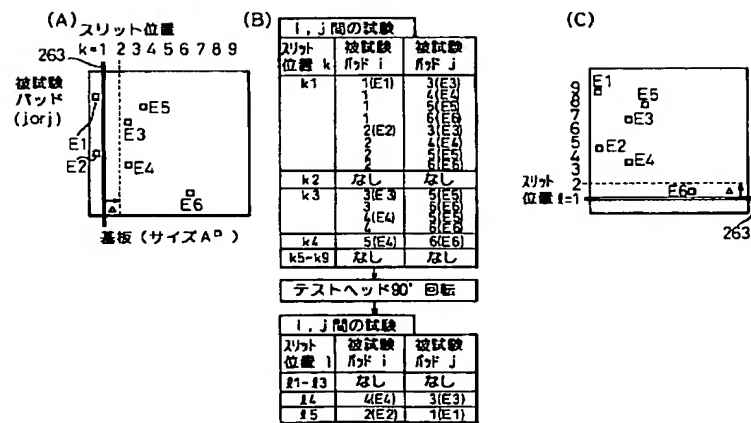
【図40】



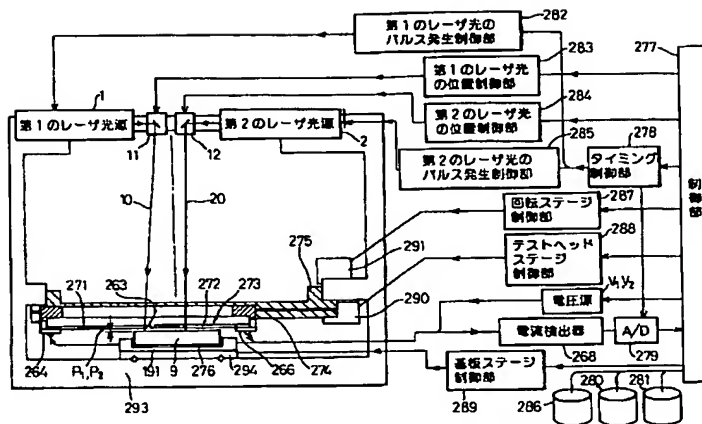
【図26】



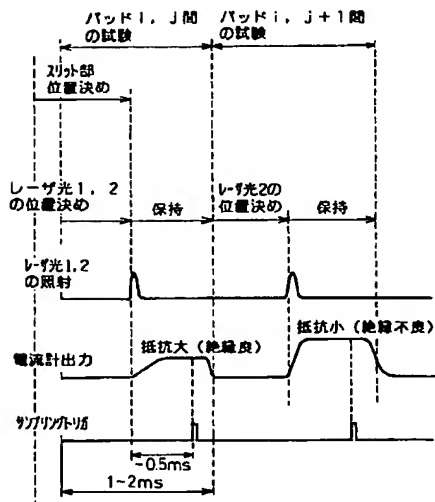
【図28】



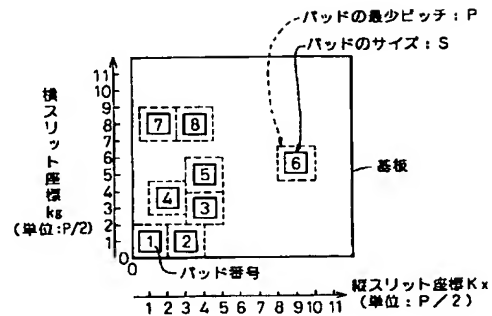
【図29】



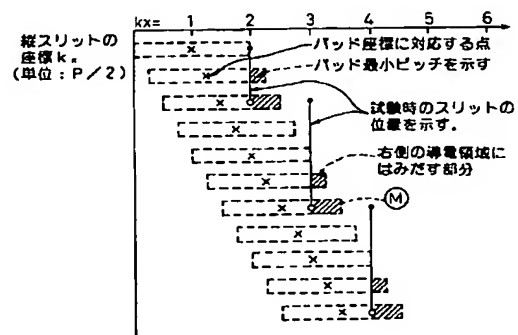
【図30】

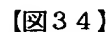


【図31】

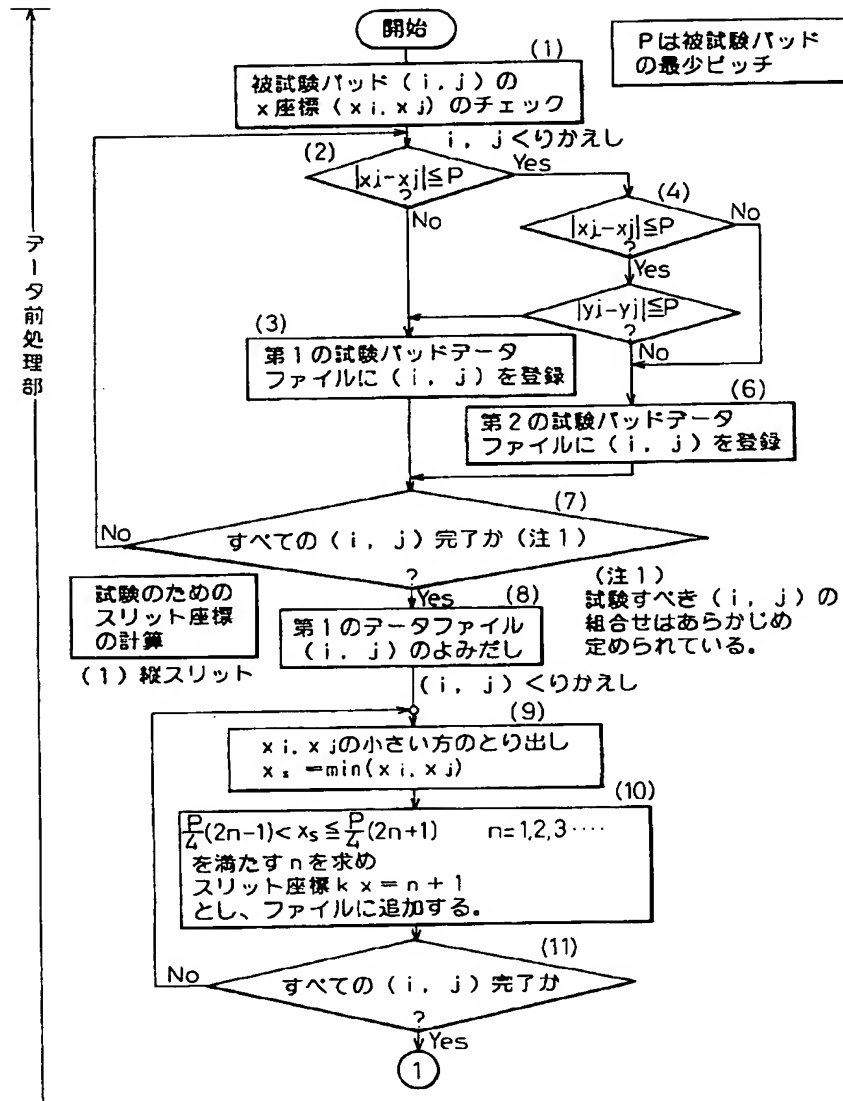


【図36】

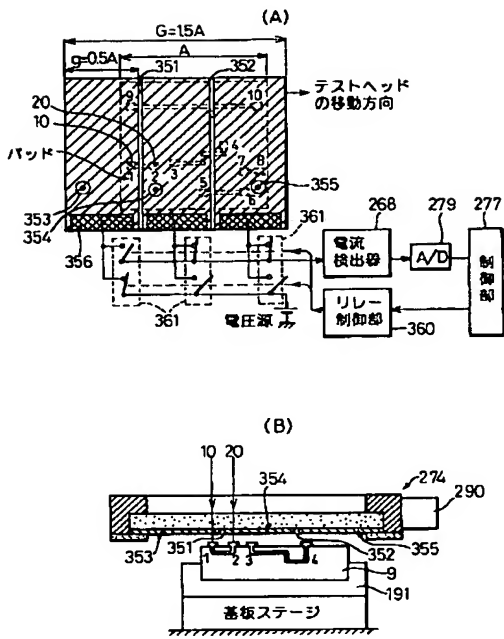




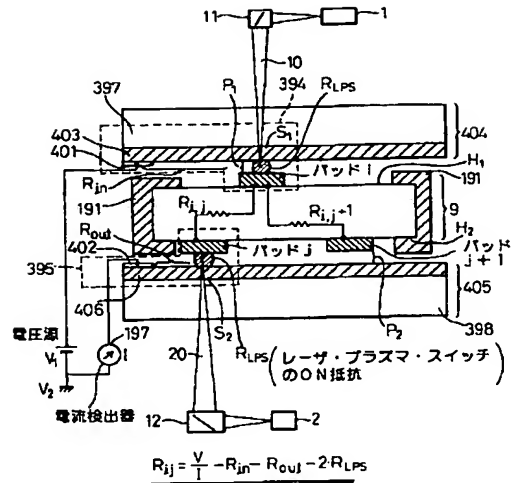
【図33】



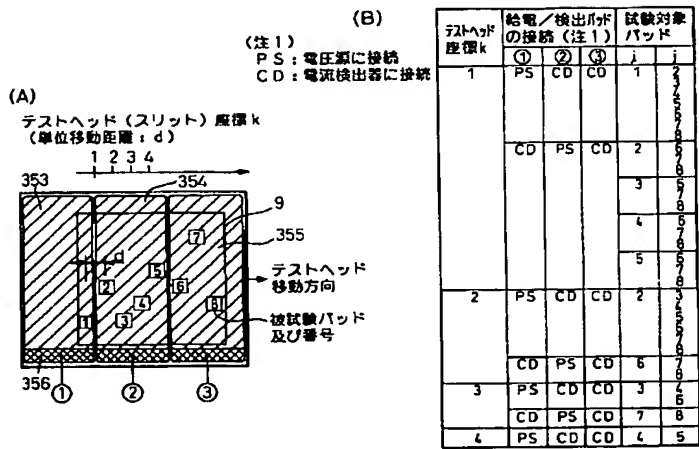
【図38】



【図41】



【図39】



【図42】

